

接着系あと施工アンカー強度指定申請ガイドライン

2022 年 3 月 31 日

一般財団法人 日本建築防災協会

本ガイドラインについて

構造計算書偽装問題発生後の平成18年に、耐震補強を目的としてあと施工アンカーを構造耐力上主要な部分に使用することを可能とするため、平成18年国土交通省告示第314号により平成13年国土交通省告示第1024号(特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件)が一部改正され、あと施工アンカーの接合部の引張りおよびせん断の短期許容応力度と材料強度の指定が可能となるとともに、技術的助言によって、その運用方針や設計・施工指針(あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針)が示されました。これにより、建築基準法の構造基準が適用される建築物に対する柱・梁架構内への耐震補強の鉄筋コンクリート増設壁や鉄骨ブレース設置補強へのあと施工アンカーの使用が可能となっています。

しかし、より幅広い目的での使用に対する強い要請を踏まえて、あと施工アンカーの適用範囲拡大の条件の整備及びあと施工アンカーを用いた部材の構造性能の確認方法に関する技術的知見の取り纏めを行うため、平成27～29年度に建築基準整備促進事業「あと施工アンカーを用いた部材の構造性能確認方法に関する検討」による調査・研究が行われ、さらに、その成果を踏まえて、建築研究所において、「共同住宅の躯体改修においてあと施工アンカーを用いた部材の構造性能に関する研究」(平成30～令和2年度)が行われました。これらの検討の結果は、建築研究資料No. 200「接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能評価方法に関する検討」に取りまとめられています。

(<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/200/all.pdf>)

上記の建築基準整備促進事業の検討において、平成13年国土交通省告示第1024号を再度改正して強度指定の対象を拡大し、製品・部材について技術的な評価(評定)を取得したものを対象に強度指定を行うという制度的な枠組みが提案されたことを踏まえ、令和2年度に、

(一財)日本建築防災協会の国土交通省補助事業において設置された「あと施工アンカーガイドライン策定委員会」(次ページ参照。原案作成は「あと施工アンカーガイドライン編集WG」(以下「編集WG」という。)が実施))において、あと施工アンカーの評定申請のガイドライン策定のための技術的検討が行われ、その案が取りまとめられました。

本ガイドラインは、令和2年度作成のガイドライン案について、その後、新たな実験の結果等を用いた編集WGによる技術的な検証等に基づき修正されたものについて、「あと施工アンカーガイドライン策定委員会」の確認を経て、「接着系あと施工アンカー強度指定申請ガイドライン」として作成されたものです。

あと施工アンカーガイドライン策定委員会名簿

(敬称略。2021年3月時点のものである)

委員長	塩原 等	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻建築構造学講座 教授
幹事	向井 智久	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ 主任研究員
委員	秋山 友昭	株式会社東京ソイルリサーチ執行役員, 構造調査設計事業部長
	有木 克良	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ 主任研究員
	井上 波彦	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部 建築品質研究官
	井上 芳生	INO 建築構造研究室 代表
	鹿毛 忠継	国立研究開発法人建築研究所材料研究グループ グループ長
	杉本 訓祥	横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 准教授
	関 松太郎	国立研究開発法人建築研究所国際地震工学センター
		特別客員研究員
	田沼 毅彦	独立行政法人都市再生機構 技術・コスト管理部設計課 主幹
協力委員	中野 克彦	千葉工業大学創造工学部建築学科 教授
	中村 聡宏	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ 主任研究員
	南部 禎士	独立行政法人都市再生機構 東日本賃貸住宅本部設計部
		技術支援課 担当課長
	西村康志郎	東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授
	濱崎 仁	芝浦工業大学建築学部建築学科 教授
	福山 洋	国土技術政策総合研究所建築研究部 部長
	藤村 勝	一般社団法人東京都建築安全支援協会 構造部長
	細川 洋治	細川建築構造研究室 代表
オブザーバー	福井 武夫	国土交通省住宅局建築指導課 建築設計環境適正化推進官
	狩野 芳規	国土交通省住宅局建築指導課 構造認定係長
	海野 令	日本建築行政会議
	小山 高夫	一般社団法人住宅生産団体連合会
	山本 忠男	一般社団法人日本建築あと施工アンカー協会(JCAA)
	伊藤 嘉則	一般財団法人建材試験センター(JTCCM)
	加藤 博人	一般財団法人ベターリビング(BL)
	康 在完	一般財団法人日本建築センター(BCJ)
	野村 周平, 黒瀬 行信	一般財団法人日本建築総合試験所(GBRC)
	玉井 政人	一般社団法人日本建設業連合会
	香田 伸次	一般社団法人日本建設業連合会
	柴田 昭彦	一般社団法人日本建築構造技術者協会(JSCA)

あと施工アンカーガイドライン編集WG

(敬称略。2022年3月時点のものである)

主査	向井 智久	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ 主任研究員
幹事	沼田 卓也	株式会社東京ソイルリサーチ 構造調査設計事業部係長
委員	秋山 友昭	株式会社東京ソイルリサーチ 顧問
	有木 克良	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ 主任研究員
	田沼 毅彦	独立行政法人都市再生機構 技術・コスト管理部ストック設計課
		主幹
	中村 聡宏	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ 主任研究員
	南部 禎士	独立行政法人都市再生機構 東日本賃貸住宅本部
		リノベーション設計部リノベーション設計第1課担当課長

— 目 次 —

第1章 強度を定めるために必要な技術資料

1.1 総則	1
1.1.1 本ガイドラインの位置づけ	1
1.1.2 本ガイドラインで想定する強度指定の制度的枠組み	3
1.1.3 用語の定義	6
1.2 あと施工アンカー単体に係る性能評定の申請項目および条件	9
1.2.1 あと施工アンカー単体に係る性能評定の申請項目および条件	9
1.2.2 あと施工アンカー単体に係る性能評定の申請資料に記載すべき項目	10
1.2.3 構成部品	11
1.2.4 製品・母材コンクリート	12
1.2.5 施工要領	14
【付録1】あと施工アンカー単体の性能試験の組み合わせ	17
1.3 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請項目および条件	19
1.3.1 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請条件	19
1.3.2 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請資料に記載すべき項目	20
1.3.3 適用範囲・適用条件等	20
1.3.4 設計指針および設計方針	21
1.3.5 施工指針	25
1.3.6 プレキャスト鉄筋コンクリート部材等の製造要領および部材製造品質管理	31
1.3.7 構造性能実験	31
【付録2】接着系あと施工アンカーの母材コンクリートで定まる許容応力度・材料強度設定のための安全率について	34

第2章 あと施工アンカー単体の性能試験

2.1 引張応力に対する性能試験	36
2.1.1 接着系あと施工アンカーの引張試験方法	36
2.1.2 接着系あと施工アンカーの付着試験方法	45
2.2 せん断応力に対する性能試験	52
2.2.1 接着系あと施工アンカーのせん断試験方法	52
2.3 長期引張応力に対する性能試験	62
2.3.1 接着系あと施工アンカーのクリープ試験方法	62
2.4 接着剤単体の物性および品質確認に対する性能試験	68
2.4.1 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の圧縮強さおよび圧縮弾性率試験方法	68
2.4.2 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の接着試験方法	71
2.4.3 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の燃焼試験方法	74
2.4.4 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の耐アルカリ性試験方法	77
【付録3】接着系あと施工アンカーの引張、せん断試験時の載荷速度が試験結果に与える影響	81

第3章 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能実験

3.1 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能実験	83
3.1.1 試験体のパラメータの設定, 試験体数	83
3.1.2 試験体の形状, 寸法, 縮尺等	83
3.1.3 試験体に用いる使用材料	83
3.1.4 試験体の設計および製作	84
3.1.5 載荷方法, 載荷サイクル	84
3.1.6 測定項目, 測定方法等	84
3.1.7 実験結果	85
3.1.8 設計指針への反映	85
【付録4】 接着系あと施工アンカーを使用した RC 造床スラブの長期たわみ性状	86
(参考文献)	89

付録 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の申請例および構造性能実験

(申請例1) あと施工アンカー単体を申請する場合	付1ー	1
(申請例2) 低層鉄骨階段の柱脚に接着系あと施工アンカーを用いる場合	付2ー	1
(申請例3) 既存耐力壁開口設置に伴う開口部の縦補強筋に接着系あと施工アンカーを用いる場合	付3ー	1
(申請例4) スラブ設置に伴う定着筋に接着系あと施工アンカーを用いる場合	付4ー	1
指定申請書(案)・性能評定書(案)・構造性能評定書(案)	付5ー	1

第1章 強度を定めるために必要な技術資料

1.1 総則

1.1.1 本ガイドラインの位置づけ

本ガイドラインは、鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いるあと施工アンカーについて、接合部の引張りおよびせん断の強度を定めるにあたって、あと施工アンカー製品および構造部材の強度指定の事前の評定を申請しようとする者の参考に資するため、評定申請書に記載すべき項目やその審査の考え方を明らかにすることを目的として作成したものである。

本ガイドラインの対象とするあと施工アンカーは、表 1.1.1 に定める接着系あと施工アンカー(注入方式カートリッジ型に限る)とする。

また、本ガイドラインを適用できる接着系あと施工アンカーの接合部を以下に示す。

- ① 既存建築物を対象としてその改修等(増築、改築、大規模修繕および大規模模様替えまたは増築・改築)に資する対象へ適用できる。
- ② 上記以外(新築)での構造部材への適用については、接合する構造耐力上主要な部分である部材の規模が小さく当該接着系あと施工アンカーが抜け出す等の不測の事態が発生したとしても、取り付けた部材が直ちに危険な状態にならないもの、または、これまでに接着系あと施工アンカーを用いて広く使用された実績があるものへ適用できる。

表 1.1.1 申請対象とする接着系あと施工アンカー

申請項目		条件	備考
1	穿孔方法	ハンマードリルもしくはコアドリルによる穿孔	
2	施工方向	下記のいずれかより選定 ・下向き施工のみ ・下向きおよび横向き施工 ・下向き、横向きおよび上向き施工	申請する接着系あと施工アンカーの施工方向を選定
3	接着剤充填方法	注入方式カートリッジ型	
4	母材コンクリートの種類 母材コンクリートの圧縮強度 F	普通コンクリート・軽量コンクリート 1 種 $13.5 \leq F \leq 36 \text{ N/mm}^2$ の範囲で設定 長期に用いる場合は、 $18 \leq F \leq 36 \text{ N/mm}^2$ の範囲	
5	接着剤の種類	有機系および無機系	
6	基準付着強度	10 または 15 N/mm^2 のいずれかを選択 $13.5 \leq F < 18 \text{ N/mm}^2$ の範囲においては 10 N/mm^2 のみ	
7	アンカー筋の種類	異形棒鋼(JIS G3112)	左記異形棒鋼同等以上の付着性能を有すると認められる場合は申請可
8	アンカー筋の種別	異形棒鋼(SD295, SD345, SD390)	
9	アンカー筋の呼び名	異形棒鋼(D10～D25)	
10	アンカー筋の有効埋込み長さ	$7d_a$ 以上	ハンマードリルによる穿孔の場合、有効埋込み長さは 300 mm 以下

[注]1): 接着系あと施工アンカーを埋め込む硬化後のコンクリートをいう。

[記号] d_a : アンカー筋の呼び名(mm)

[解説]

本ガイドラインは、鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いる接着系あと施工アンカーについて、構造計算に用いる接合部の引張りおよびせん断の許容応力度および材料強度の指定を申請する前に、あと施工アンカー製品を使用した単体および構造部材の評定を申

請しようとする者の参考に資するため、評定申請書に記載すべき項目やその審査の考え方を明らかにすることを目的として作成したものである。内容としては、あと施工アンカー単体の構造性能・材料特性や品質管理方法の標準化を図ること、および、接着系あと施工アンカーを用いる構造部材の設計・施工方法についての技術資料を作成する際の考え方等を整理した上で、接合部の引張りおよびせん断の強度を定めるために必要な項目を纏め、それらを解説したものである。関連する技術基準、行政上の取扱い等は、本ガイドラインを踏まえて国土交通省において定められた内容を参照されたい。特に常時引張応力が作用する非構造部材の固定に用いるあと施工アンカーにおいては本ガイドラインの適用対象外であり、今後必要に応じて改訂される現行の基準等をそれぞれ参照されたい。また、実際の評定の審査基準および申請図書の内容等は、本ガイドラインを踏まえて、別途、各評定機関により定められるので、それを参照されたい。

本ガイドラインで定義する接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の接合とは、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の応力、変形および損傷状態が、先付け鉄筋により接合された構造部材と同程度となることをいう。

対象とするあと施工アンカーは、接着系アンカーの注入方式カートリッジ型(ミキシングノズル式およびプレ混合式)を条件としており、2章に示すあと施工アンカー単体の性能試験も当該方式を対象とした構成で示している。よって、耐震補強を目的として利用が認められているカプセル方式は本ガイドラインの適用対象ではない。本ガイドラインが適用できる接着剤の性能試験項目を解表 1.1.1 に示す。表よりあと施工アンカー単体の性能試験 4 項目は接着剤の違いによらず必要である。一方、接着剤単体の物性および品質確認のための性能試験は、有機系と無機系で異なり、有機系の試験項目が多いことに留意する必要がある。表 1.1.1 には標準的な使用を原則として記載しているが、原則とは異なる範囲で用いる場合についての留意点をそれぞれ以下に示す。

1. 穿孔方法としてコアドリル形式を用いた際に、接着剤とコンクリートの界面で滑りなどが起きてハンマードリル形式と比べて著しく強度が発揮されない等の場合、性能試験および構造性能実験結果の分析において留意する必要がある。
2. 母材コンクリートの種類として軽量コンクリート 1 種を用いる場合は、申請する強度の適用範囲は適切に設定する必要がある。また、既往の設計指針^{1.1.1.2)}では、付着強度やコーン状破壊時の強度などを 80~90%に低減していることから、そのような場合においては設計時に十分な余裕を見込む等の対応が必要である。なお、建築基準法上では圧縮強度が 12N/mm² 以上のコンクリートを対象としているが、本ガイドラインでは、これまでの耐震補強技術開発等における十分な実績から 13.5N/mm² 以上とする。
3. アンカー筋の種類は、原則、異形棒鋼等を対象としており、全ねじボルトなどは対象としない。また異形棒鋼の付着性能と同等以上と認められる場合はその効果を性能試験および構造性能実験結果の分析において留意するとともに、当該製品の製作誤差の管理など、同一製品が安定的に供給できることを示す必要がある。
4. アンカー筋の種別は原則 SD295, SD345, SD390 としているが、それ以上の強度の鉄筋については当該製品の強度管理が十分であるかなどを示す必要がある。
5. アンカー筋の呼び名は原則 D10 から D25 としているが、それ以上の径の鉄筋については長い埋込み深さの施工や接着剤の充填が十分にできることを保証する対応を示す必要がある。
6. アンカー筋の埋込み長さでハンマードリルを用いて穿孔する場合は、母材コンクリート表面に対して直角にかつ直線に穿孔することが困難となるおそれがあることから、300mm 以下としている。

解表 1.1.1 接着剤の違いによる性能試験項目

あと施工アンカー単体の性能試験			接着剤単体の性能試験		
試験項目	有機系	無機系	試験項目	有機系	無機系
引張試験	○	○	圧縮強さ試験	○	○
付着試験	○	○	圧縮弾性率試験	○	×
せん断試験	○	○	接着試験	○	○
クリープ試験※	○	○	燃焼試験	○	×
—	—	—	耐アルカリ性試験	○	×

凡例：○ 本ガイドラインに記載の性能試験適用可

× 本ガイドラインで原則として不要としている試験項目

※：短期のみ接着系あと施工アンカーの性能を期待する場合には不要

1.1.2 本ガイドラインで想定する強度指定の制度的枠組み

接着系あと施工アンカーの強度を定めるために必要な技術資料の作成フローを図 1.1.1 に示す。あと施工アンカー単体の申請者は、第三者機関において各種性能試験を実施し、あと施工アンカー単体の適切さについて性能評定を取得する。アンカー単体の性能評定を取得した後に、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の申請者は、あと施工アンカー単体の性能評定書に基づき構造部材の適用範囲を決定し、構造部材の構造性能実験を実施し、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の設計方法やその他施工品質確保の方法について構造性能評定を取得する。強度を定めるにあたっては以下の資料が必要となる。

- ① あと施工アンカー単体の性能評定書
- ② 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能評定書

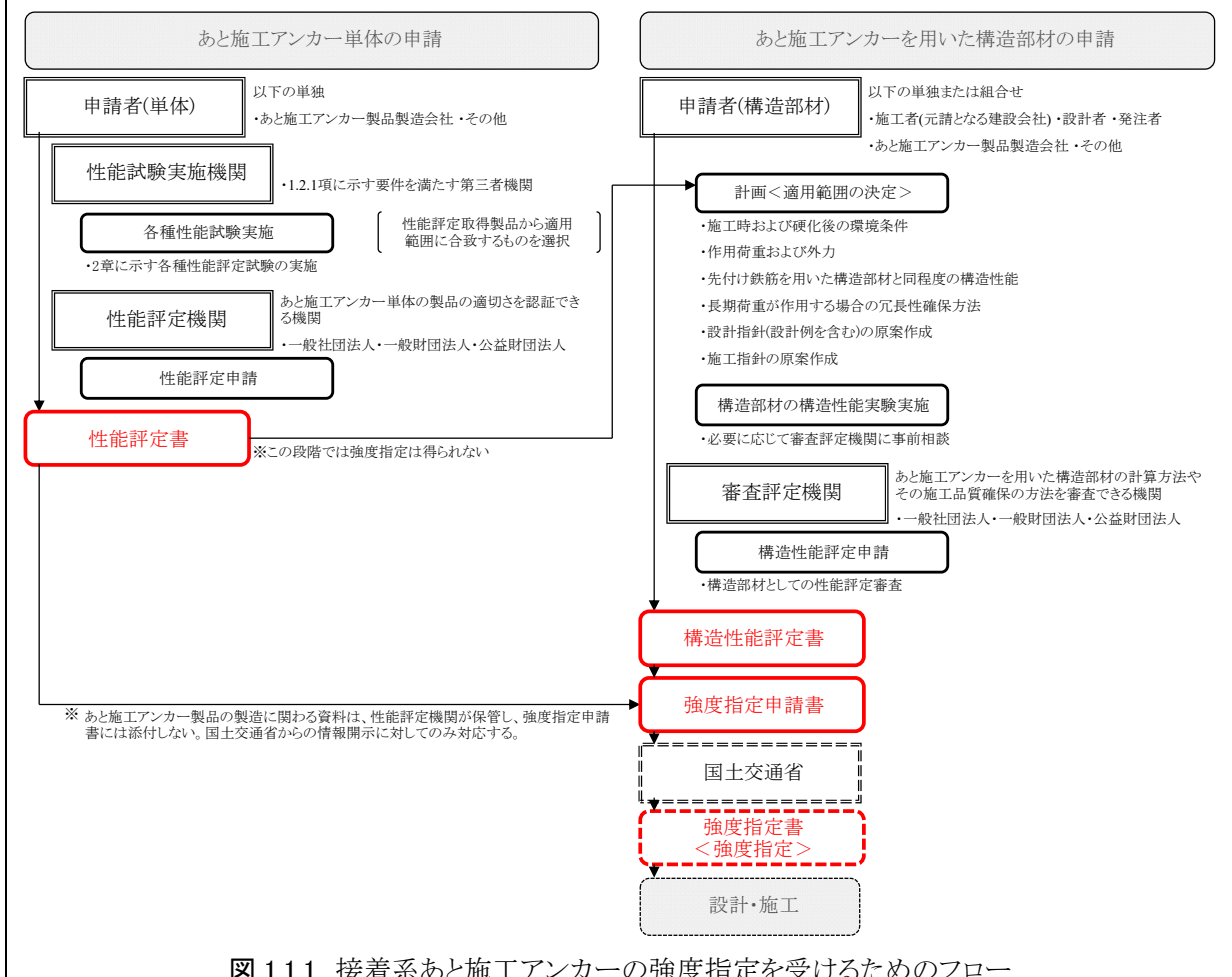


図 1.1.1 接着系あと施工アンカーの強度指定を受けるためのフロー

〔解説〕

本ガイドラインに基づき強度を定めるために必要な技術資料を作成する者は、使用されうる建築工事の規模を勘案し、強度を定めるために必要な技術的資料の内容に責任を負うことができることが要件となる。ここで強度を定めるためには、あと施工アンカー単体の品質確保に係る性能評定と、それに基づいて当該接着系あと施工アンカーを使用する構造部材に係る構造性能評定が必要となる。つまりアンカー単体において定められた性能試験を実施し、あと施工アンカー単体の性能評定書を取得することに加え、対象とする構造部材の構造性能実験を踏まえた設計・施工指針を含む接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能評定書を取得した上で、接着系あと施工アンカーの強度を定める必要がある。

あと施工アンカー単体の性能評定を行う機関は、あと施工アンカー単体の構成部品や製品、試験方法、試験結果の妥当性、妥当な施工内容を熟知しその適切さを評定できる能力が必要である。また構造部材の構造性能実験ならびに設計・施工指針の策定を含む接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能評定を行う機関においては、「設計指針」、「施工指針」および「構造性能実験結果」の妥当性を総合的に評定できる能力が必要である。

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材を建築物に使用するための申請の流れについて図 1.1.1 に示している。あと施工アンカー単体の申請者は主としてあと施工アンカー製品製造会社が想定されるが、PL 法の製造業者等がこれに該当し、輸入者や OEM(相手先商標製品の供給のことで、自社で生産した製品に相手先企業の商標をつけて供給する生産形態)は、実質的な製造業者とみなされる場合はこれに該当する。

今回対象となるあと施工アンカーは、鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いられる接着系あと施工アンカーであり、多くが既存建築物の増改築などに利用されるものであるが、建物の一部へ部分的または限定的に使用する場合、新築建築物も除外しない。また JASS 5 などに基づく通常の施工が困難で、本ガイドラインで対象とする接着系あと施工アンカーを用いることにより、施工の合理性が大幅に改善される部位に限る等、適切な普及に寄与する必要がある。

なお、耐震改修促進法に基づき設計・施工される接着系あと施工アンカーや「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針(平成 18 年 7 月 7 日)^{1.4)}」に基づき設計・施工される接着系あと施工アンカーは、構造部材の補強に用いるものであり、本ガイドラインで対象としているものとは異なることを留意されたい。

対象とする構造部材の事例を解表 1.1.2, 解表 1.1.3 を示す。本ガイドラインは、この表に示す通り、今後より幅広く既存ストックが有効活用されることを想定している。ここでの申請対象となる部材は、接着系あと施工アンカー固有の破壊(接着系あと施工アンカーの破壊で生じる付着破壊、コーン状破壊および支圧破壊などの脆性破壊)モードによって部材の構造性能が決まらないものとする。例えば、鉄筋コンクリート部材に接着系あと施工アンカーを用いる場合において、当該鉄筋コンクリート造部材が想定する破壊モード、すなわちアンカー筋の降伏やアンカー筋が定着している箇所以外の部材そのもののせん断破壊や付着割裂破壊を前提とした破壊モードを対象としている。

すなわち、接着系あと施工アンカーを適用する構造部材の試験体を製作して当該構造部材に作用する荷重を載荷して得られる結果が、構造性能評定機関が定める審査基準に適合することを確認する必要がある。

解表 1.1.2 申請対象とする接着系あと施工アンカーを用いた構造部材例(新築建築物の場合)

建築物の 構造種別	アンカー筋の 使用部材	アンカー筋の使用目的	関連法令・告示
RC 造, SRC 造	鉄骨造階段	本体建築物との接合 (定着筋)	平 12 建告第 1450 号
		RC 造基礎との接合 (アンカーボルト)	令第 66 条, 平 19 国交告第 1229 号
	PCaRC 造階段	本体建築物との接合 (定着筋)	平 12 建告第 1450 号
		RC 造基礎との接合 (主筋の定着)	平 12 建告第 1450 号
鉄骨造	鉄骨造階段等の最下階 柱脚	RC 造基礎との接合 (アンカーボルト)	令第 66 条, 平 19 国交告第 1229 号

〔注〕RC 造:鉄筋コンクリート造, SRC 造:鉄骨鉄筋コンクリート造, PCaRC 造:プレキャスト鉄筋コンクリート造

解表 1.1.3 申請対象とする接着系あと施工アンカーを用いた構造部材例(既存建築物の場合)

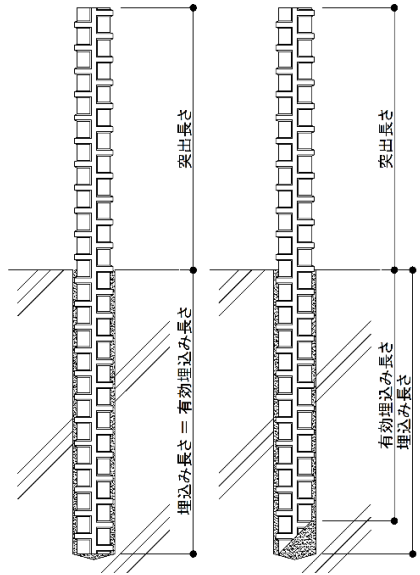
建築物の 構造種別	アンカー筋の 使用部材	アンカー筋の使用目的	関連法令・告示
RC 造 SRC 造	耐力壁 ^{申請例 3)}	増設耐力壁の既存建築物との接合 新設開口部の設置に伴う開口部周 囲の補強筋の定着	令第 78 条の 2 第 1 項第二号, 第 四号 平 12 建告第 1450 号
	スラブ ^{申請例 4)}	増設スラブの主筋および配力筋の 周辺部材への定着	令第 77 条の 2 第 2 項第一号, 平 12 建告第 1450 号
	柱	既存柱の断面拡大に伴う接合(せん 断抵抗用) 増設間柱主筋の定着	平 12 建告第 1450 号
	梁(基礎梁含む)	既存梁の断面拡大に伴う接合(せん 断抵抗用) 増設小梁主筋の定着	令第 73 条, 平 12 建告第 1450 号 平 23 国交告第 432 号
	階段	RC 造新設階段スラブの主筋および 配力筋の定着	令第 77 条の 2 第 2 項第一号, 平 12 建告第 1450 号
		既存建築物との接合 (定着筋)	平 12 建告第 1450 号
		RC 造基礎との接合 (アンカーボルト)	令第 66 条, 平 19 国交告第 1229 号
		既存建築物との接合 (定着筋) RC 造基礎との接合 (主筋の定着)	平 12 建告第 1450 号
	E V 棟	既存建築物との接合 (定着筋)	平 12 建告第 1450 号
		RC 造基礎との接合 (アンカーボルト)	令第 66 条, 平 19 国交告第 1229 号
		既存建築物との接合 (定着筋) RC 造基礎との接合 (主筋の定着)	平 12 建告第 1450 号
木造	土台, 筋かい, 構造耐力上必要な軸組 等	RC 造基礎との接合 (アンカーボルト)	

〔注〕RC 造 : 鉄筋コンクリート造, SRC 造:鉄骨鉄筋コンクリート造, PCaRC 造:プレキャスト鉄筋コンクリート造
申請例 2,3,4) : 付録に申請例として記載している。

1.1.3 用語の定義

あと施工アンカー	穿孔した母材コンクリートの孔に付着または摩擦等によって接合されるアンカー。応力伝達機構の違いにより、接着系あと施工アンカーと金属系あと施工アンカーがある。
先付け鉄筋	あと施工アンカーと対比して、母材コンクリートを打込む前に所定の位置に設置してコンクリートに固定される鉄筋。
接着系あと施工アンカー	あと施工アンカーの一つで、母材コンクリートに穿孔した孔とアンカー筋の間にフィラーを含む接着剤を充填して硬化させ、アンカー筋を母材コンクリートに固定するアンカー工法。接着剤の充填方式によりカプセル方式と注入方式に分けられ、充填する接着剤により有機系と無機系がある。また、「接着系アンカー」と呼称されることもある。
金属系あと施工アンカー	あと施工アンカーの一つで、金属製の部材(製品)によって固着するアンカー工法。また、「金属系アンカー」と呼称されることもある。(本ガイドラインの対象外)
あと施工アンカー単体	接着系あと施工アンカー注入方式によるもので、母材コンクリートに施工されたもの
あと施工アンカー製品	接着系あと施工アンカー注入方式によるカートリッジおよび内容物の総称で、母材コンクリートに施工される前のもの
接着剤単体	あと施工アンカー製品の一部で母材コンクリートと接合するための材料
アンカー筋	接着系あと施工アンカーにおいて、母材コンクリートに埋め込む異形棒鋼。
注入方式	接着系あと施工アンカー工法の一つで、予め混練した接着剤を孔内に充填した後に、アンカー筋を挿入するあと施工アンカーの施工方式。カートリッジ型と現場調合型がある。
カートリッジ型	接着系あと施工アンカー注入方式の一つで、定量の主剤と硬化剤を別々に格納し一体化したカートリッジまたは定量の主剤と硬化剤を予め混合したカートリッジを用いて、混合した接着剤(または混合材)を孔内に注入した後、アンカー筋を挿入し固着する方法。
主剤	接着剤の主成分
硬化剤	接着剤を硬化させる促進剤
有機系	接着剤の主剤がエポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂等の有機系材料を主成分とするもの
無機系	接着剤の主剤がセメント等の無機系材料を主成分とするもの
フィラー	接着剤の使用量を減らし、粘度や使用時間を調整するため、接着剤に混入する有機物および無機物の粒子で、粒径が $74\mu\text{m}$ 未満のもの。
細骨材	接着剤の使用量を減らし、接着系あと施工アンカーの構造性能を調整するため、接着剤に混入する有機物および無機物の粒子で、粒径が $74\mu\text{m}$ 以上 5mm 以下のもの。
ミキシングノズル	カートリッジ型において主剤と硬化剤がノズルを通過する際に自動的に混合できるように加工されたノズル。
ハンマードリル	コンクリートドリルビットに回転力と打撃力を同時に伝え、コンクリートに穿孔する穿孔機械。
コアドリル	コアドリルビットに回転力のみを伝え、コンクリートに穿孔する穿孔機械。
基準付着強度	付着強度の申請値であり、 10 N/mm^2 または 15 N/mm^2 。
母材コンクリート	あと施工アンカーを固着するコンクリート。
軽量コンクリート	普通コンクリートに比べて単位容積質量の小さなコンクリートの総称で、本ガイドラインでは単位容積質量が $2.1\sim 2.4\text{ t/m}^3$ の範囲の軽量コンクリート

低強度コンクリート	1 種のみを対象とする。
固着	圧縮強度が 13.5N/mm^2 以上 18N/mm^2 未満の範囲の母材コンクリート、あと施工アンカーを母材コンクリートに固定すること。
穿孔	あと施工アンカーを母材コンクリートに埋め込むために、母材コンクリートに孔をあけること。
穿孔深さ	母材コンクリートの表面から穿孔する孔底までの深さ。ハンマードリルの場合には肩部までの深さ。
埋込み長さ	接着系あと施工アンカーを母材コンクリートに埋め込む長さで、母材の表面からアンカー筋先端までの長さ。
有効埋込み長さ	接着系あと施工アンカーにおいては、母材コンクリート表面からアンカー筋の付着抵抗に有効な先端部までの長さ。
突出長さ	アンカー筋が母材コンクリートから突出している長さで、母材コンクリート表面からアンカー筋の突出部の先端までの長さ。
はしあき	アンカー筋の中心から作用応力方向のコンクリート端部までの寸法。
へりあき	アンカー筋の中心から作用応力の直交方向のコンクリート端部までの寸法。
ピッチ	作用応力方向に隣り合うアンカー筋とアンカー筋の中心間距離。アンカー間隔ともいう。
硬化時間	固着作業後から接着剤が硬化し、接着系あと施工アンカーの機能が発揮されるまでの時間。
接着試験	接着系あと施工アンカーに使用する接着剤のポテンシャルとしての接着性能を確認するための試験。
燃焼試験	接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の不燃性分量を求めるための試験。
不燃残分	燃焼試験により求められる接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の不燃性分量。
95%信頼下限値	強度のばらつきをスチューデントの t 分布と仮定した場合の、自由度 df ($=n-1$) に対する 5%有意水準(片側検定)の下限値。
申請者	本ガイドラインに基づき国土交通大臣の強度指定を申請する者
性能試験	本ガイドラインに定める内容に基づき実施されるあと施工アンカー単体およびあと施工アンカー製品の試験
構造性能実験	本ガイドラインに定める内容に基づき申請者が実施する接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の実験
性能試験実施者	下記の条件の(a)から(c)の全てを満たす第三者機関。 (a) ISO/IEC17025(JIS Q17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。 (b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する



	性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。 (c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。
構造性能実験実施者	接着系あと施工アンカーを用いた部材の設計指針を策定する際に実施される構造性能実験を実施する者で、当該実験に精通する者。
性能評定機関	あと施工アンカー単体の適切さを審査できる評定機関
構造性能評定機関	接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の設計方法やその他施工品質確保の方法を審査できる評定機関
性能評定書	本ガイドラインに基づき強度指定が申請されたあと施工アンカー単体について、性能評定機関の審査を受けて、所定の性能が確保されているものとして発行される証明書
構造性能評定書	本ガイドラインに基づき強度指定が申請された接着系あと施工アンカーを用いた構造部材について、構造性能評定機関の審査を受けて、所定の性能が確保されているものとして発行される証明書
あと施工アンカー施工責任者	あと施工アンカー工事全般の施工業者の責任者
破壊モード	アンカー筋が引張力やせん断力を母材コンクリートに伝達させる時に、アンカー筋と母材コンクリートとの一体化が壊れる形態で、コーン状破壊、アンカー筋破断、付着破壊、支圧破壊等がある。
コーン状破壊	アンカー筋が引張力を母材コンクリートに伝達させる時に、アンカーが母材コンクリートを円錐状に破壊する破壊モード。
アンカー筋破断	アンカー筋が引張力やせん断力を母材コンクリートに伝達させる時にアンカー筋が破断する破壊モード。
付着破壊	アンカー筋が引張力を母材コンクリートに伝達させる時に、母材コンクリートと接着剤の界面、または接着剤とアンカー筋の界面で破壊し、アンカー筋が母材コンクリートから抜け出す破壊モード。
支圧破壊	アンカー筋がせん断力を母材コンクリートに伝達させる時に、支圧力により母材コンクリートの表面部分が局部的に破壊する破壊モード。
予定共用期間	接着系あと施工アンカーによって定着される構造部材の施工完了時から、その使用に供されることが終了するまでの予定期間
長期変形量	荷重導入時の初期変形量に長期的なクリープ変形量を加えた変形量

1.2 あと施工アンカー単体に係る性能評定の申請項目および条件

1.2.1 あと施工アンカー単体に係る性能評定の申請項目および条件

国土交通省への強度指定申請に先立って、あと施工アンカー単体の適切さを評定できる第三者機関において、あと施工アンカー単体に係る性能評定を受ける必要がある。

- (1) 本ガイドラインの対象とする接着系あと施工アンカーの申請項目および条件は、表 1.1.1 による。
- (2) 接着剤硬化後のアンカー筋単体の終局耐力等(終局引張耐力、引張剛性、終局せん断耐力ならびにせん断剛性、付着強度の総称で、以下同様とする)の性能試験においては、施工方向とアンカー筋の種類、呼び名、アンカー筋の有効埋込み長さならびに申請する母材コンクリートの圧縮強度 F と試験体コンクリートの圧縮強度をパラメータとする。アンカー筋の種別と呼び名に対して最小有効埋込み長さおよび最大有効埋込み長さならびに最小値と最大値の中間的な有効埋込み長さに対して、性能試験を行う。
- (3) あと施工アンカー単体の性能評定申請に際しては、下記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係がない等、利益相反を生じる関係にないことが必要である。
 - 1) 申請する接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の性能および硬化後の母材コンクリートに固着後のアンカー筋単体の終局耐力等を、2 章に示すあと施工アンカー単体の性能試験に基づき確認できること。
 - 2) アンカー筋単体の性能試験(接着剤の性能評定および母材コンクリートに固着後のアンカー筋単体の終局耐力等)の実施機関は、下記の条件の(a)から(c)の全てを満たす第三者機関とする。
 - (a) ISO/IEC17025(JIS Q17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。
 - (b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。
 - (c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。

〔解説〕

(1) 本ガイドラインの対象とする接着系あと施工アンカーの申請項目および条件

接着系あと施工アンカーの許容応力度および材料強度の指定を受けるためには、硬化後の接着剤の品質(圧縮強さ、圧縮弾性率、接着強度、接着剤の不燃残分ならびに耐アルカリ性)および母材コンクリートに埋め込んだアンカー筋単体の終局耐力等が所要の性能を満たす必要がある。その際には、接着系あと施工アンカー注入方式カートリッジ型の施工に関する資料(施工要領および施工管理要領等)も審査の対象となる。

本項においては、先ず申請対象とする接着系あと施工アンカーの申請項目および条件を表 1.1.1 に記載している。建築物の構造耐力上主要な部分に使用されるアンカー筋の種類としては、JIS G 3112 に規定される異形棒鋼(SD295, SD345, SD390)を申請可としている。なお、接着剤の物性や成分(配合)、品質管理の基準が性能評定時から変更され、接着系あと施工アンカーの付着性能が性能評定を受けたものと同一とみなされない場合は、本評定を用いることはできず、使用に当たっては再申請が必要となることを留意されたい。また、性能評定機関は再申請に対してその必要性を判断する。

(2) 申請する接着系あと施工アンカーの終局耐力等確認のための性能試験の組合せ

申請する接着系あと施工アンカーの施工方向と引張試験およびせん断試験の組合せおよび、引張試

験およびせん断試験での試験体におけるコンクリートの圧縮強度とアンカー筋の種別・呼び名・有効埋込み長さの組合せ例を付表 1.1 に示している。

付表 1.1 は、申請するアンカー筋の種別と呼び名が D10～D16 が SD295, D19～D25 が SD345 の場合で、有効埋込み長さは申請するアンカー筋の最小有効埋込み長さとは最大有効埋込み長さならびに最小値と最大値の中間的な有効埋込み長さとし、D10～D16 が $7d_a \sim 20d_a$, D19～D22 が $7d_a \sim 300$ mm, D25 が $7d_a \sim 300$ mm の場合である。付表 1.1 に記載以外のアンカー筋の種別や呼び名ならびに有効埋込み長さを申請する場合は、適用範囲の拡張の範囲に応じて、【付録 1】(1)に記載の試験を追加して実施する。

(3) 申請に際して満たすべき条件

使用する接着剤の性能および硬化後の母材コンクリートに固着後のアンカー筋単体の終局耐力等が、確認されていることが必要である。また、接着剤の性能およびあと施工アンカー単体の終局耐力等の性能試験を実施する機関は、本文 (3)2)(a)～(c)の全てを満たす第三者機関とする。(a)の ISO/IEC17025(JIS Q17025)等に基づく試験所認定を受けた試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有している例として、独立行政法人製品評価技術基盤機構 NITE が認定する JNLA (Japan National Laboratory Accreditation system) に登録した試験事業者でかつ、本ガイドラインで示す試験方法に対して自己適合宣言を実施、表示すればこれに該当するとしてよい。(b)は、性能試験実施機関とあと施工アンカー単体の性能評価機関との間に利益相反の状態がないことを規定することが重要であり、同一機関が試験と評価の両方を行うことは評価における試験に対する適正な判断が損なわれる可能性があることから、これを避けるために設けた条件である。ただし、(a)～(c)の全てを満たす機関の者の立会いがあれば、申請者によって試験体に対して接着系あと施工アンカーの施工を実施することができる。

なお、国際 MRA とは多国間の相互承認のことで、国際 MRA 対応認定を受けている校正機関の校正結果は、相互承認署名機関の間で同等な校正証明書として取り扱うことができる。そのため、ISO/IEC17025(JIS Q17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関同様に試験所として高い信頼性を有している。しかしながら、国内外問わず試験機関で実施した試験結果の採用の可否は、試験方法が本ガイドラインに示す試験方法に則っているかを性能評価機関によって審査され、判断される。

1.2.2 あと施工アンカー単体に係る性能評価の申請資料に記載すべき項目

あと施工アンカー単体に係る性能評価の申請資料に記載すべき項目は、下記の(1)から(5)とする。このうち、あと施工アンカー単体の性能試験結果に係る項目は、2 章に示すあと施工アンカー単体の性能試験の実施に基づき記載する。

- (1) 適用範囲
- (2) 構成部品
- (3) 製品・母材コンクリート
- (4) 施工要領
- (5) 試験資料

〔解説〕

注入方式カートリッジ型のあと施工アンカー単体に係る性能評価の申請資料に記載すべき項目は、本文の(1)から(5)とする。(2)～(4)の具体の記載項目と内容は、1.2.3 項から 1.2.5 項による。また、(1)、(5)に

については以下の通りとする。

- (1) 申請するアンカーのアンカー筋の寸法, 太さ, 埋込み長さ, コンクリート母材, 施工環境条件, 注入方法, 接着剤などのすべての組み合わせを記載する。
- (5) 接着系あと施工アンカーに必要な性能を満たしていることが客観的に確認できる試験結果の資料を添付する。

1.2.3 構成部品

本ガイドラインの対象とする接着系あと施工アンカーの構成部品(接着系あと施工アンカー注入方式を構成する材料で, 接着剤(主剤, 硬化剤, フィラー, その他の添加物の総称で, 以下同様とする)と細骨材使用の場合の細骨材ならびにアンカー筋をいい, 以下同様とする)に関する記載項目および記載内容は, 製品の名称, 製品の姿の他, (1)～(8)による。

- (1) 容器の材料, 形状, 寸法, 内容量およびこれらの許容差

容器の材質および容器の形状・寸法・内容量とこれらの許容差を明示する。

- (2) 接着剤の材料および細骨材の材料

接着剤の材質および, 細骨材の材質を明示する。

- (3) 接着剤および細骨材の重量比率と許容差

接着剤および細骨材の重量比率と許容差を明示する。

- (4) 硬化後の接着剤の物性

硬化後の接着剤の物性を接着剤の種類に応じて明示するとともに, 各項目の値が表 1.2.1 の判定基準を満たしていること。各評定項目は, 2.4 節に従って確認を行う。

表 1.2.1 硬化後の接着剤の物性値

評定項目	接着剤の種類	判定基準
圧縮強さ	有機系(フィラーを含まない場合)	98.0 N/mm ² 以上
	有機系(フィラーを含む場合)	50.0 N/mm ² 以上
	無機系	29.4 N/mm ² 以上
圧縮弾性率	有機系	9.8×10 ² N/mm ² 以上
接着強度	有機系・無機系	基準付着強度の 1.5 倍以上の数値 ^{1.3)}
不燃残分率	有機系	—
耐アルカリ	有機系	質量減少率 10 % 以下かつ, アルカリ浸漬後の試料にひび割れや欠損が無いこと。

- (5) 構成部品製造時の品質管理

構成部品の製造に際しての品質管理を明示する。

- (6) アンカー筋の種類, 形状, 外観

適用範囲とするアンカー筋の種類, 形状, 外観を明示する。

- (7) アンカー筋の材質, 表面処理

アンカー筋の材質および表面処理を明示する。

- (8) アンカー筋の強度

アンカー筋の強度を明示する。(規格降伏点, 規格引張強さ等)

〔解説〕

- (1) 容器の材質および, 容器の形状・寸法・内容量(重量)とこれ等の許容差および製品表示(名称, 製造者, 製造ロット番号)を明示する。また, 容器の材質・形状はあと施工アンカー単体の性能を発揮させる

ために十分な力学的および機能的物性を有し、かつ長期にわたり安定していることを明示する。なお、あと施工アンカー単体の性能に影響を与えないことを示すことも必要である。例えば、カートリッジの材質は接着剤の劣化や物性変化を生じさせるものではないこと、形状は主剤と硬化剤が接触し硬化反応を起こすものではないこと等である。

- (2) 接着剤の材質および、構成材料に細骨材を含む場合の細骨材の材質を明示する。JIS 製品の場合は、番号と年号を記載する。
- (3) 接着剤および構成材料に細骨材を含む場合は細骨材の重量比率と許容差を明示する。
- (4) 硬化後の接着剤の物性として、下記項目の値が表 1.2.1 を満足していることを明示する。なお、不燃残分率には判定基準値は無く、市場に流通している製品と性能評定時の製品との同一性を検証する際に $\pm 5\%$ 以内であることを確認するために用いる。

有機系接着剤の場合、(a)圧縮強さ、(b)圧縮弾性率、(c)接着強度、(d)不燃残分率、(e)耐アルカリ性
無機系接着剤の場合、(a)圧縮強さ、(b)接着強度

なお、圧縮試験方法は「2.4.1 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の圧縮強さおよび圧縮弾性率試験方法」に、接着強度の試験方法は「2.4.2 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の接着試験方法」に、不燃残分率の試験方法は「2.4.3 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の燃焼試験方法」に、耐アルカリ性の試験方法は「2.4.4 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の耐アルカリ性試験方法」による。

- (5) 構成部品の製造に際しての品質管理項目として下記を明示し、品質管理工程表(QC 工程表)を添付する。
 - (a) 主剤および硬化剤各々の構成する原材料の受入時の品質管理項目、判定基準、頻度
 - (b) 主剤および硬化剤調合時における品質管理項目と判定基準と頻度
 - (c) 主剤および硬化剤の調合後の検査項目、判定基準、頻度
 - (d) 品質管理データの管理内容
 - (e) 自社製造でない原材料の調達方法
- (6) 適用範囲とするアンカー筋の種類、形状、外観を明示する。
- (7) アンカー筋の材質および表面処理を明示する。
- (8) アンカー筋の強度を明示する。

1.2.4 製品・母材コンクリート

本ガイドラインの対象とする接着系あと施工アンカーの製品(カートリッジおよび内容物の総称をいい、以下同様とする)および母材コンクリートに関する記載項目および記載内容は、(1)～(9)による。

(1) 製品製造時の品質管理

製品の製造時の品質管理項目を明示する。

(2) 母材コンクリートの種類

適用範囲とする母材の種類を明示する。

(3) 母材コンクリートの圧縮強度

適用範囲とする母材コンクリートの圧縮強度の範囲を明示する。

(4) 終局引張耐力

95%信頼下限値を与える終局引張耐力算定式を明示する。

(5) 引張剛性

$\min(2/3T_{my}, 0.4T_{cc}, 0.4T_{cb})$ 時および $\min(T_{my}, 0.6T_{cc}, 0.6T_{cb})$ 時に対する軸方向変位量の 95%信頼下限値を明示する. (T_{my} , T_{cc} , T_{cb} :本ガイドライン 2.1.1 項による.)

(6) 最大の付着強度

申請する基準付着強度を明示し, 95%信頼下限値を与える最大の付着強度算定式を明示する.

(7) 終局せん断耐力

95%信頼下限値を与える終局せん断耐力算定式を明示する.

(8) せん断剛性

$0.6Q_{cc}$ 時および $0.6Q_{mu}$ 時に対する水平変位量の 95%信頼下限値を明示する. (Q_{cc} , Q_{mu} : 2.2.1 項による.)

(9) クリープ特性

クリープ変形に対する安全性(予定供用期間における最大の長期変形量の推定値が, 同じロットのあと施工アンカー製品で実施した付着試験で得られた最大荷重時の変位の平均値を下回ること)を明示する.

〔解説〕

試験体の製作は, 性能試験実施者が責任を持って管理し, 母材コンクリートの製作, 試験体の養生等を行う. アンカー筋の施工は, 申請者が示す施工要領に従い申請者などが施工する. 申請者などがアンカー筋の施工を行う際は, 性能試験実施者は必ず施工に立ち会い, 施工要領に従って施工されているかについて確認する. なお, 試験結果の取り扱い は 2 章による. あと施工アンカー単体の性能試験の施工時, 養生時および試験時の温度の適用範囲を拡張する場合には, 20℃以下の間隔にて水準を追加する.

- (1) 製品の製造時の品質管理として下記を明示し, 品質管理工程表(QC 工程表)を添付する. また, 製品には容器, 重量, 製品表示(名称, 製造者, 製造ロット番号を含む)を明記する.
 - (a) 製品の製造時における品質管理項目と判定基準と頻度
 - (b) 製品製造後の検査項目と判定基準と頻度
 - (c) 製品品質管理データの管理内容
 - (d) 製造後の使用期間
- (2) 適用範囲とする母材コンクリートの種類を明示する.
- (3) 適用範囲とする母材コンクリートの材料強度の範囲を明示する. 圧縮強度の確認は, 母材コンクリートと同じ養生条件とした円柱供試体($\phi 100 \times 200$ mm)により, 引張試験を実施する材齢と同時に試験を行う.
- (4) へりあき, はしあき, 間隔を十分に確保した場合のあと施工アンカー単体の 95%信頼下限値を与える破壊形式ごとの終局引張耐力算定式(2.1.1)~(2.1.3)式を明示する. なお, 引張試験方法は 2.1.1 項に, 試験水準は【付録 1】による.
- (5) へりあき, はしあき, 間隔を十分に確保した場合のあと施工アンカー単体の $\min(2/3T_{my}, 0.4T_{cc}, 0.4T_{cb})$ 時および $\min(T_{my}, 0.6T_{cc}, 0.6T_{cb})$ 時に対する軸方向変位量の 95%信頼下限値を明示する. T_{my} , T_{cc} , T_{cb} は 2.1.1 項に, 試験水準は【付録 1】による.
- (6) 鋼管内に打設したコンクリートに施工した場合のあと施工アンカー単体の 95%信頼下限値および最大荷重時の変位の平均値を明示する. 付着試験方法は 2.1.2 項に, 試験水準は【付録 1】による. なお, 申請する基準付着強度は, 10 N/mm²または 15 N/mm²から選択できるが, 低強度コンクリートに適用する場合には, 10 N/mm²とする.

- (7) へりあき, はしあき, 間隔を十分に確保した場合のあと施工アンカー単体の 95%信頼下限値を与える破壊形式ごとの終局せん断耐力算定式(2.2.1)式, (2.2.2)式を明示する. なお, せん断試験方法は**2.2.1 項**に, 試験水準は【付録 1】による.
- (8) へりあき, はしあき, 間隔を十分に確保した場合のあと施工アンカー単体の $0.6Q_{cc}$, $0.6Q_{mu}$ 時に対する水平変位量の 95%信頼下限値を明示する. Q_{cc} , Q_{mu} は **2.2.1 項**に, 試験水準は【付録 1】による.
- (9) クリープ試験結果より, クリープ変形に対する安全性を有していることを明示する. クリープ変形に対する安全性の評価は, 付着試験時の最大荷重時の変位の平均値と比較する. また, クリープ変形量は試験体間のばらつきがあるため, 予定供用期間における変形量の最大値によって評価する. クリープ試験方法およびクリープに対する安全性の評価は **2.3.1 項**に, 試験水準は【付録 1】による. 予定供用期間は 50 年以上とし, **2.3.1.4 項**の解説(3)に基づきを設定する. なお, ここで評価するクリープ変形は接着系あと施工アンカー部分における局所的なクリープであり, 構造部材としてのクリープは「**1.3.7 構造性能実験**」において確認する.

1.2.5 施工要領

本ガイドラインの対象とするあと施工アンカー単体の施工に関する要領(以下, 施工要領という)に関する記載項目および記載内容は, (1)～(10)による. なお, 本項の施工要領は, 構造部材の構造性能実験に用いる試験体製作および実際の施工における接着系あと施工アンカーの施工状況を踏まえたものでなければならない.

(1) 施工資格者

施工者の技量が, 申請する接着系あと施工アンカーに適していることを明示する.

(2) 穿孔方法,穿孔機械

あと施工アンカー単体の試験体製作に用いられた穿孔方法および穿孔機械を明示する.

(3) 施工方向

適用範囲とする施工方向(上向き, 横向き, 下向き)を明示する.

(4) ドリル径と許容差および穿孔深さと許容差

使用するドリル径と許容差および, 穿孔深さと許容差を明示する.

(5) 孔内清掃方法

孔内清掃方法を明示する.

(6) 接着剤の混合,充填方法ならびに注入量管理方法

接着剤の混合方法および充填方法ならびに, 注入量管理方法を明示すると共に, 記録を残す.

(7) アンカー筋の固着方法および養生方法

アンカー筋の固着方法および養生方法(拔出し防止策含む)を明示する.

(8) 施工時および施工後の環境条件

施工時の環境条件(温度, 湿度, その他接着剤の硬化に影響を及ぼさない条件等)および施工後の環境条件(温度, 湿度, その他接着剤の劣化に影響を及ぼさない条件等)を明示する.

(9) 施工品質管理

施工時の品質管理項目として, 下記を明示する.

(a)管理項目 (b)管理方法 (c)施工品質判定基準 (d)その他必要事項

(10) その他

製品の施工要領書を添付する。

〔解説〕

ここでは、あと施工アンカー単体の終局耐力等の性能試験に用いる試験体に対する施工要領を取り扱う。具体的には①一定に管理された供試体作成のための施工方法とそれを記述した施工要領、②実施工を管理するために一定の幅を認めた施工方法とそれを記述した施工要領があり、前者は 2 章や【付録 1】で示される標準試験体によって実施されるが、後者は実際の施工環境を想定した場合の性能を構造性能実験によって実施することを想定している。このように施工環境に応じた変動因子による影響を直接性能試験によって確認する方法の他に、試験室では高い付着強度を保有しているものの、実際の施工環境を踏まえた場合に低い基準付着強度を採用することや、材料強度を決定する際の安全率に考慮するなどその対応方法として挙げられる。

なお、あと施工アンカー単体の性能試験に用いる接着剤は、原則同一製造、同一ロット材料とするが、異なるロットにおいて接着剤の性能に違いがないことが明らかな場合はその限りではない。

- (1) 接着系あと施工アンカーの品質は、施工者の技量によって定着性能が大きく左右されるため、施工する当該接着系あと施工アンカーの施工方法を熟知し、かつ適切に施工できる者が施工を行う必要があることから、施工者が保有する技能を明示する必要がある。その技能を証明する資格として例えば、JCAA の第 1 種あと施工アンカー施工士等が該当する。
- (2) 施工方法および穿孔機械が、申請する接着系あと施工アンカーの所要性能を十分に発揮させるものであることを明示する。
- (3) 申請する接着系あと施工アンカーの適用範囲とする施工方向(上向き、横向き、下向き等)を明示する。
- (4) 上記(2)に対応する穿孔方法および穿孔機器で穿孔された孔の径とその許容差、深さとその許容差が、申請する接着系あと施工アンカーの所要性能を十分に発揮させるものであることを明示する。
- (5) 孔内の清掃方法やその手順(1.3.5 項参照)が、申請する接着系あと施工アンカーの所要性能を十分に発揮させるものであることを明示する。また、孔内切粉等が十分に除去されていることを目視および触診にて全数確認する等の管理方法を明示し、その結果を記録に残す。
- (6) 申請する接着系あと施工アンカーの接着剤の主剤と硬化剤の混合方法、接着剤の注入量計算方法、および接着剤の充填方法ならびに、注入量の管理方法を明示する。注入量検査は試験単位毎に行い、その方法は 1.3.5 項の解説(9)(e)による。アンカー筋の施工箇所数、穿孔径、穿孔深さ、アンカー筋の呼び径から算出される必要量は、建築研究資料^{1.3)}(6.3.1)式により求める。注入量の管理は、接着剤の使用量と算出された必要量とを比較することで行い、使用した接着剤の空缶数量と接着系あと施工アンカー全数の工程検査記録(施工管理シートおよび記録写真等)を確認する。
- (7) アンカー筋のずれや傾きや変位が生じることで、所要の強度が得られない可能性があるため、接着系あと施工アンカーが所要の性能を発揮するためにはアンカー筋の固着および養生方法を示すことは非常に重要である。そこで、施工要領には、アンカー筋の固着方法について、申請する接着系あと施工アンカーの所要性能が十分に発揮することを審査基準に基づき明示する。また、必要に応じて実施される試験によって許容されるずれや傾きを数値で示し、その値以内に収まることを明示する。あわせて、拔出および傾き防止策等の養生時の諸条件も同様に明示する。
- (8) 施工時および施工後の環境条件(温度、湿度、その他接着剤の劣化に影響を及ぼさない条件等)が、申請する接着系あと施工アンカーの所要性能を十分に発揮させるものであることを明示する。なお、一般

的な温度環境は 5～35℃で、当該環境下で用いる場合は本ガイドラインの規定を満足すれば良いが、特別な温度環境下となる際には別途そのことを考慮した内容を申請書に示す必要がある。そのため、施工時および養生時の温度を、試験体近傍で 1 日のうち複数回計測し、記録に残す。

- (9) 接着系あと施工アンカー製造会社として、申請する接着系あと施工アンカーの所要性能を十分に発揮させるために必要と考える施工時の品質管理項目として、下記を明示する。

(a)管理項目 (b)管理方法 (c)施工品質判定基準 (d)その他必要事項

例えば、無機系接着剤の場合は母材コンクリートの乾湿状況によって付着性能が変化することなど懸念される場合はその対応方法について明記する必要がある。具体的には穿孔方法が湿式コアドリルを用いる場合、施工時に母材コンクリートが水分を有する状態となることがあるため、それらの影響を考慮する必要がある。また、(d)その他必要事項として、自主検査の項目と実施時期・記録方法および接着系あと施工アンカーの施工位置である母材コンクリートに不良箇所(ひび割れ、豆板、空隙および剥落等)が確認された場合の対応方法等を明記する。また、建築研究資料^{1,3)}『5-6 施工品質管理指針の提案、接着系あと施工アンカー工事の施工品質管理指針(案)6-1 施工後の自主確認』に実現場における品質管理について記載があり、前述の項目について参考にすると良い。

- (10) 製品の標準的な施工手順を示した施工要領書を添付する。

【付録 1】 あと施工アンカー単体の性能試験の組み合わせ

(1) あと施工アンカー単体の全ての性能試験における試験体コンクリートの種類および圧縮強度, アンカー筋の種別, 呼び名, 有効埋込み長さ等の組合せ

あと施工アンカー単体の全ての性能試験における水準は, 下記による.

(a) 試験体コンクリートの種類および圧縮強度 σ_B

クリープ試験の場合 : $18 \sim 27 \text{ N/mm}^2$

その他試験の場合 : $18 \sim 24 \text{ N/mm}^2$ と $30 \sim 36 \text{ N/mm}^2$ の 2 水準.

適用範囲を拡張する場合には, 全ての種類において 12 N/mm^2 以下の間隔で追加.

(b) アンカー筋の呼び名・種類・種別

D10, D13, D16(SD295, D19, D22, D25(SD345) の 6 種. 付着試験は高強度の異形鉄筋.

適用範囲を拡張する場合には, その全てのアンカー筋の呼び名・種類・種別を追加.

(c) アンカー筋の有効埋込み長さ

引張試験の場合 : $7d_a, 12d_a, 20d_a$ (ただし, 300 mm 以下)

せん断試験の場合 : $7d_a, 12d_a$

付着試験・クリープ試験の場合 : $5d_a$

適用範囲を拡張する場合には, 有効埋込長さ $10d_a$ 以下の間隔で追加

(d) 穿孔方法

ハンマードリルによる穿孔. 適用範囲を拡張する場合には, その全ての穿孔方法.

(e) 接着剤の混合方法・充填方法

申請する全ての接着剤の混合方法および充填方法.

(f) 環境条件(施工時, 養生時および試験時温度)

引張試験・せん断試験の場合 : $5 \sim 35^\circ\text{C}$

付着試験の場合 : $20 \pm 5^\circ\text{C}$

クリープ試験の場合 : $20 \pm 3^\circ\text{C}$, $40 \pm 3^\circ\text{C}$ の 2 水準.

適用範囲を拡張する場合には, 20°C 以下の間隔で追加.

(g) 施工の向き

下向き : 申請する全ての水準

横向き, 上向き : 施工方向が接着系あと施工アンカーの性能に与える影響の有無を確認するために, アンカー筋の最大および最小径において引張試験およびせん断試験を実施

(2) 組合せの例示

あと施工アンカー単体の全ての性能試験は、アンカー筋の施工方向に応じて付表 1.1 に示す組合せで実施する。

付表 1.1 接着系あと施工アンカーにおいて標準となる適用範囲^{※)}で申請した場合の試験体の組合せ

試験項目		引張試験		せん断試験		付着試験		クリープ試験	
穿孔方法		ハンマードリル							
混合・充填方法		ミキシングノズル・可撓式ホース+ピストンプラグ							
アンカー筋の 呼び名(種別)	アンカー筋の 有効埋込み長さ	試験体コンクリートの圧縮強度 σ_a [N/mm ²]/環境条件[°C]							
		18~24 5~35°C	30~36 5~35°C	18~24 5~35°C	30~36 5~35°C	18~24 20±5°C	30~36 20±5°C	18~27 20±3°C	18~27 40±3°C
D10 (SD295)	5 <i>d_a</i>					5 (－)	5 (－)		
	7 <i>d_a</i>	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)				
	12 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	20 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)						
D13 (SD295)	5 <i>d_a</i>					5 (－)	5 (－)	3 (－)	3 (－)
	7 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	12 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	20 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)						
D16 (SD295)	5 <i>d_a</i>					5 (－)	5 (－)		
	7 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	12 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	20 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)						
D19 (SD345)	5 <i>d_a</i>					5 (－)	5 (－)		
	7 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	12 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	300 mm	5 (－)	5 (－)						
D22 (SD345)	5 <i>d_a</i>					5 (－)	5 (－)		
	7 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	12 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				
	300 mm	5 (－)	5 (－)						
D25 (SD345)	5 <i>d_a</i>					5 (－)	5 (－)		
	7 <i>d_a</i>	5 (5)	5 (5)	5 (5)	5 (5)				
	12 <i>d_a</i>	5 (－)	5 (－)	5 (－)	5 (－)				

〔記号〕 5 (5) : 下向きでの試験体数, ()内は横向きおよび上向き施工での試験体数

d_a : アンカー筋の呼び名に用いた数値(mm)

〔注〕 ※) : 母材コンクリートの圧縮強度に対する材料強度(18~36 N/mm²), 異形鉄筋(D10~D16をSD295, D19~D25をSD345), 有効埋込み長さを7 d_a ~20 d_a , 環境条件を5~35°Cにて申請する場合の組合せ。

1.3 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請項目および条件

1.3.1 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請条件

国土交通省への強度指定申請に先立ち、アンカー単体の性能評定を取得した後に、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の設計方法やその他施工品質確保の方法を審査できる構造性能評定機関において、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能評定を受ける必要がある。接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請は、次の(1)から(4)を満たすものとする。

- (1) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材または接着系あと施工アンカーのアンカー筋(以下、アンカー筋という)の使用部位は、新築建築物または既存建築物の構造部材とする。ただし、設計用短期応力を負担する構造部材の主たる鉄筋の定着には原則として適用しない。
- (2) 構造部材に使用するあと施工アンカー単体が、**1.2 節**を満たしていること。
- (3) **1.3.2 項**から **1.3.7 項**に記載の項目と内容を満たしていること。
- (4) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料が、建築基準法および同法関係施行令ならびに関連告示に定める基準に適合していること。

〔解説〕

- (1) 本ガイドラインの対象とする接着系あと施工アンカーを用いた構造部材またはアンカー筋の使用部位は、新築建築物または既存建築物の構造部材とする。鉄筋コンクリート造建築物や鉄骨鉄筋コンクリート造建築物において設計用短期応力を負担する構造部材の主たる鉄筋の定着には原則適用できない。具体的には、地震時において繰返し荷重を受けかつ大きな曲げ応力を負担する柱や梁、耐力壁の枠柱や枠梁は申請対象外としている。ただし規模が小さい場合には適用が認められ、例えば、地震時において大きな転倒モーメントが生じない規模として低層(3 層以下)の建築物における鉄骨階段の柱脚や木造建築物における耐力壁パネルおよび筋交いの脚部等は適用できる。申請対象とする接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の例を、**解表 1.1.2** および **解表 1.1.3** に示す。
- (2) 構造部材に使用する接着系あと施工アンカーは、**1.2 節**に記載する項目を全て満たしていることが前提条件である。**1.2 節**に記載の項目に関して第三者機関の審査を受け性能評定書を取得した接着系あと施工アンカーは、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の試験体の設計に際して、**1.3.4 項**に記載の許容応力度および材料強度を用いることができる。
- (3) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請に際しては、**1.3.2 項～1.3.7 項**に記載の項目と内容を満たしていることが条件である。具体の記載すべき項目と内容は **1.3.2 項～1.3.7 項**による。
設計者は設計指針の内容を、施工者は施工指針の内容を正しく理解した上で、設計または施工が適切にできることが必要である。申請者以外が使用する場合のルールも申請内容に含めた上で評定される。そのような場合、通常は申請者が講習を行う等が多いと思われるので、講習を受けたことが客観的に分かる資料を含めて申請する。
- (4) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料としては、鉄筋ならびにコンクリートおよび鋼材等が想定されるが、これら材料は建築基準法および同法施行令ならびに関連告示に定める基準に適合していることが前提である。

1.3.2 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請資料に記載すべき項目

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の申請資料に記載すべき項目は、下記の(1)から(7)とする。
なお、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材をプレキャスト鉄筋コンクリート造等としない場合は、(6)は不要とする。

- (1) 適用範囲・適用条件等
- (2) 構造部材および部位
- (3) 使用材料
- (4) 設計指針または設計方針
- (5) 施工指針
- (6) プレキャスト鉄筋コンクリート部材等の製造要領および部材製造品質管理
- (7) 構造性能実験

〔解説〕

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材をプレキャスト鉄筋コンクリート造や鉄骨造等としない場合は(6)は不要とする。具体の項目と内容は、**1.3.3 項～1.3.7 項**による。

1.3.3 適用範囲・適用条件等

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請資料に記載すべき適用範囲および適用条件等の内容は、下記による。

- (1) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材および接着系あと施工アンカーの使用部位、使用条件、接着系あと施工アンカー施工時環境条件(施工場所の温度、湿度、接着剤の硬化に影響を及ぼす要因の有無)、接着剤硬化後の環境条件(温度、湿度、接着剤およびアンカー筋の劣化に影響を及ぼす要因の有無)、使用材料の環境条件(屋外使用の可否および施工時・硬化後の温湿度の有効範囲など)、火災時の温度の影響の有無を明示する。
- (2) 接着系あと施工アンカー、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材およびアンカー筋を固着する構造部材に用いる材料を明示する。
- (3) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に作用する荷重および外力とその組合せならびに大きさを明示する。
- (4) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能が先付け鉄筋(コンクリートを打ち込む前に所定の位置に配筋する鉄筋をいい、以下同様とする)を用いた構造部材と同程度の構造性能を確保していることを明示する。
- (5) 接着系あと施工アンカーを持続的に引張力が作用する構造部材の主たる鉄筋の定着に使用する場合の当該構造部材の冗長性の確保方法(代替支持部材の配置)を明示する。

〔解説〕

- (1) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材および接着系あと施工アンカーを用いる部位を明示する。
また、環境条件に関しては、接着系あと施工アンカー施工時の環境条件と接着剤硬化後の環境条件ならびに接着系あと施工アンカーを用いた構造部材工事完了後の火災時における接着剤周囲のコンクリートの温度の影響の有無を明示する。本ガイドラインは火災などにより高温加熱された際に低下する強度の評定は想定していないため、火災の影響を受ける場所に用いる場合、必要かぶり厚さの確保等の対応方法を明示する。

- (2) 適用範囲・適用条件等
- (3) 使用材料(接着系あと施工アンカー, アンカー筋, コンクリート, その他)
- (4) 許容応力度・材料強度
- (5) 荷重および外力とその組合せならびに大きさ
- (6) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材を含む建築物の構造計算方法
- (7) 接着系あと施工アンカーの設計
- (8) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の冗長性の確保
- (9) 硬化後の接着系あと施工アンカーの耐久性への対策
- (10) 構造性能実験結果(試験体の設計および製作含む)
- (11) 構造計算例
- (12) その他必要と思われる事項

〔解説〕

- (1) 適用建築物の規模, 構造種別, 用途, 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材

接着系あと施工アンカーを用いる構造部材を含む建築物の適用範囲とする規模, 構造種別, 用途ならびに接着系あと施工アンカーを用いる構造部材を明示する.

- (2) 適用範囲・適用条件等

1.3.3 項に記載の内容を明示する.

- (3) 使用材料

1.3.3 項に記載の内容を明示する.

- (4) 許容応力度・材料強度

接着系あと施工アンカーを用いる構造部材およびアンカー筋を埋め込む母材コンクリートに使用されている材料(1.3.3 項に記載の内容)の静弾性係数, 許容応力度および材料強度を明示する.

また, アンカー筋を埋め込む母材コンクリートの圧縮に対する静弾性係数 E_c , 材料強度 F の数値およびその数値の設定根拠(コア採取位置, コア採取個数, コア圧縮強度の平均値, 標準偏差, 信頼値算定用係数)を明示する. コアの採取位置と個数および圧縮強度による母材コンクリートの圧縮強度の設定は, 下記による.

なお, 母材コンクリートの圧縮強度の設定は, 原則としてアンカー筋埋込み部近傍よりコアを採取し圧縮強度試験結果に基づいて設定する. ただし, アンカー筋埋込み部の構造体コンクリートの圧縮強度のデータがあり, 圧縮強度の平均値が呼び強度以上かつ個々の圧縮強度が呼び強度の 0.85 倍以上の場合は, コアの採取は不要とし母材コンクリートの圧縮強度 F は設計基準強度 F_c を用いてよい.

また, 静弾性係数 E_c は, 「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事(2018)」((一社)日本建築学会)や「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2018)」((一社)日本建築学会)に示される式において, 圧縮強度 σ_B に後述の(解 1.3.3)式の材料強度 F (母材コンクリートの圧縮試験結果の 95% 信頼下限値)を用いた(解 1.3.1)式, 係数 k_1, k_2 を使用されている骨材および混和材に従って適切に設定した上で, 圧縮強度 σ_B に後述の(解 1.3.3)式の材料強度 F (母材コンクリートの圧縮試験結果の 95% 信頼下限値)を用いた(解 1.3.2)式によって求める方法等がある. なお, 対象とする母材コンクリートが通常のコンクリートと異なる(例えば普通コンクリートではない等)箇所に接着系あと施工アンカーを適用する場合は, コアの圧縮試験時に静弾性係数試験(JIS A 1149)を実施し, その平均値を用いてもよい.

$$E_c = 3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F/60)^{1/3} \dots\dots\dots \text{(解 1.3.1)式}$$

$$E_c = k_1 \times k_2 \times 3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F/60)^{1/3} \quad \dots\dots\dots \text{(解 1.3.2)式}$$

ここで, k_1, k_2 : 骨材や混和材に関する係数

γ : コンクリートの気乾単位体積重量(kN/m³)

F : 接着系あと施工アンカーの設計に用いるコンクリートの圧縮強度(N/mm²)で
(解 1.3.3)式による

1) コアの採取位置と個数

コンクリートコアの採取位置は、アンカー筋を埋め込む構造部材の埋込み部近傍より採取することを原則とするが、コア採取が困難な場合はアンカー筋埋込み部近傍の部材(ただし、アンカー筋埋込み部のコンクリートと打込み日が同じ部材)から採取することを許容する。コア採取個数は、コンクリートコアの直径に応じて**解表 1.3.1**による。

解表 1.3.1 コンクリートコア直径と採取個数¹⁾

粗骨材の最大粒径	コンクリートコア直径 ²⁾	採取個数 ²⁾
粗骨材の最大粒径が 25 mm の場合 または最大粒径が不明の場合	100 mm	3 以上
	75 mm 以上 100 mm 未満	4 以上
粗骨材最大粒径が 20 mm の場合	100 mm	3 以上
	75 mm 以上 100 mm 未満	4 以上
	50 mm 以上 75 mm 未満	5 以上

[注] 1) : 同一種別・同一設計基準強度の場合

2) : コンクリートコア直径に応じた採取個数は、**文献 1.5**によっている。

2) コアの圧縮強度からのコンクリートの圧縮強度に対する材料強度 F の設定

コアの圧縮強度からのコンクリートの圧縮強度に対する材料強度 F の設定は、下記とする。

接着系あと施工アンカーを埋め込む構造部材もしくは当該構造部材近傍より、コンクリートコアを複数用いて設計に用いるコンクリートの圧縮強度 F の決定方法は、その採取した本数等から得られるばらつきを適切に考慮した値を定める必要がある。例えばスチューデントの t 分布に従うと仮定する方法として、3~6 個以上採取した圧縮強度試験結果が得られた場合、次式より設計に用いるコンクリートの圧縮強度 F を設定することができる。それ以外にも**文献 1.6**を参考に正規分布を仮定し適切ならばつきを考慮することもできる。

$$F = \min(X_{\text{mean}} - t \cdot s, F_c) \quad \dots\dots\dots \text{(解 1.3.3)式}$$

ここで, F : 接着系あと施工アンカーの設計に用いるコンクリートの圧縮強度(N/mm²)

X_{mean} : 接着系あと施工アンカーを埋め込む部材もしくは当該部材近傍の部材(ただし、同一日にてコンクリート打設した部材)より採取したコンクリートコアの圧縮強度の平均値(N/mm²)

t : 片側不良率 0.05(95%信頼下限)を与える係数で、**解表 1.3.2**による。

解表 1.3.2 95%信頼下限値を与える係数 t

コンクリートコア本数 N	3	4	5	6
自由度 $(N-1)$	2	3	4	5
係数 t の値	2.920	2.353	2.132	2.015

s : コア圧縮強度の標準偏差(N/mm²)で、次式による。^{1.4)}

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_{\text{mean}} - X_i)^2}{N-1}} \quad \dots\dots\dots \text{(解 1.3.4)式}$$

X_i : i 番目のコンクリートコアの圧縮強度(N/mm²)

N : 圧縮試験を実施したコンクリートコアの個数

F_c : アンカー筋埋込み部のコンクリートの設計基準強度(N/mm²)

(5) 荷重および外力とその組合せならびに大きさ

接着系あと施工アンカーを用いる構造部材に作用する荷重および外力とその組合せならびに大きさを建築基準法および同施行令ならびに関連告示に基づいて設定し明示する。

(6) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材を含む建築物の構造計算方法

接着系あと施工アンカーを用いる構造部材を含む建築物の長期荷重時、稀に発生する荷重作用時ならびに極めて稀に発生する荷重作用時に対する構造計算方法を明示する。当該計算方法については、現行基準における計算ルート毎に構造部材に求める性能が定められていることから、当該部材性能およびその部材を含む建築物全体の構造性能を確保していることが分かる計算方法を示す必要がある。なお、既存の技術指針等によってその計算方法が明らかな場合はそれらを適用できることを示す必要がある。また、長期荷重によって変形が増大する構造部材の長期たわみ量を算出する際に用いる長期たわみ倍率は、接着系あと施工アンカーのクリープ変形等部材に生じる変形を適切に考慮して設定する必要がある。

(7) 接着系あと施工アンカーの設計

接着系あと施工アンカーを適用する構造部材の主筋を周辺部材に定着する場合の接着系あと施工アンカーの許容耐力(長期許容引張力、長期許容せん断力、短期許容引張力ならびに短期許容せん断力)と終局耐力(終局引張力、終局せん断力)を、下記を考慮して明示する。

- 1) 接着系あと施工アンカーを定着する部材の構造諸元(断面寸法、配筋関係、コンクリートの圧縮強度)
- 2) 接着系あと施工アンカーの諸元(接着剤、アンカー筋の種類、種別、呼び名、有効埋込み長さ)
- 3) 接着系あと施工アンカーの構造細則(へりあき、はしあき、ピッチ)

なお、接着系あと施工アンカーの許容耐力および終局耐力算定に際して必要となるあと施工アンカー単体の許容応力度および材料強度は、【付録 2】に示す安全率を考慮して決定する。解表 1.3.3 に安全率の最小値 $F_{safe}=1.5$ を採用した際の許容応力度および材料強度を示す。なお、解表 1.3.3 中の $\sigma_y/\sqrt{3}$ はアンカー筋が複合応力状態になることを想定し、安全側に評価している。適用範囲が複合応力状態となる場合には、必要に応じて、構造性能実験において複合応力状態を再現したうえで性能を確認する。

(8) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の冗長性の確保

長期的に持続荷重が作用する構造部材に接着系あと施工アンカーを適用する場合は、設定する荷重と外力を組合せた荷重を超える荷重等が作用した場合においても脱落や崩壊が生じないことを担保するため冗長性確保方法(代替支持部材や装置の設置方法)を明示する(1.3.3 項と同様)。また、必要に応じて、構造性能実験において有効性を確認する(申請例 4 を参照)。

(9) 硬化後の接着系あと施工アンカーの耐久性への対策

接着剤硬化後の環境条件の変化に伴い接着系あと施工アンカーの耐久性に影響を及ぼす可能性を有する場合の接着系あと施工アンカーの耐久性に対する対策を明示する。

(10) 構造性能実験結果(試験体の設計および製作を含む)

設計指針に記載している設計内容の妥当性について構造性能実験結果に基づいて明示する。

(11) 構造計算例

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材を配置した建築物の構造計算書(接着系あと施工アンカーの計算を含む)を明示する。

(12) その他必要と思われる事項

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材や建築物の設計指針として必要なものがあれば、明示する。

解表 1.3.3 安全率を $F_{safe}=1.5$ とした場合のあと施工アンカー単体の許容応力度および材料強度

種類 断面の位置	長期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		短期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		材料強度 (N/mm ²)	
	引張 f_t	せん断 f_s	引張 f_t	せん断 f_s	引張 f_t	せん断 f_s
アンカー筋 の断面	$\frac{\sigma_y}{1.5}$	$\frac{\sigma_y}{1.5\sqrt{3}}$ または $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{4.5}$ の のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot F}$ ≤ 900 ¹⁾	σ_y	$\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ または $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{2.25}$ の のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot F}$ ≤ 900 ¹⁾	σ_y	$\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ または $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{1.5}$ の のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot F}$ ≤ 900 ¹⁾
コーン状破壊 を生じるコン クリートの断面	$\frac{0.23\sqrt{F}}{4.5}$	—	$\frac{0.23\sqrt{F}}{2.25}$	—	$\frac{0.23\sqrt{F}}{1.5}$	—
付着破 壊を生じ るコン クリートの 断面	A 類 ²⁾	$\frac{15\sqrt{F}}{4.5}$	—	$\frac{15\sqrt{F}}{2.25}$	—	$\frac{15\sqrt{F}}{1.5}$
	B 類 ²⁾	$\frac{10\sqrt{F}}{4.5}$	—	$\frac{10\sqrt{F}}{2.25}$	—	$\frac{10\sqrt{F}}{1.5}$

〔記号〕 σ_y : アンカー筋の規格降伏点(N/mm²)

F : アンカー筋を埋め込む部材のコンクリートの圧縮強度(N/mm²)

E_c : アンカー筋を埋め込む部材のコンクリートの静弾性係数(N/mm²)

〔注〕 1): 500 未満の場合は適用外とし、900 超の場合は 900 とする。

2): A 類は、基準付着強度を 15 N/mm² で申請し性能評定された接着系あと施工アンカー。

B 類は、基準付着強度を 10 N/mm² で申請し性能評定された接着系あと施工アンカー。

1.3.5 施工指針

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請資料に記載すべき施工指針には下記を明示する。

- (1) 全体工事体制
- (2) 接着系あと施工アンカー工事体制
- (3) 工事監理体制、施工管理体制
- (4) 使用材料(接着系あと施工アンカー、アンカー筋、コンクリート、その他)
- (5) 接着系あと施工アンカー工事着手前の調査関係
- (6) 接着系あと施工アンカー工事着手前の試験
- (7) 接着系あと施工アンカー工事施工計画
- (8) 接着系あと施工アンカー施工品質管理(管理項目、管理方法、施工品質判定基準)
- (9) 接着系あと施工アンカーの工事中・工事後の検査

- (10) 試験・検査結果の記録, 保存方法
- (11) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の施工計画
- (12) その他必要と思われる事項

〔解説〕

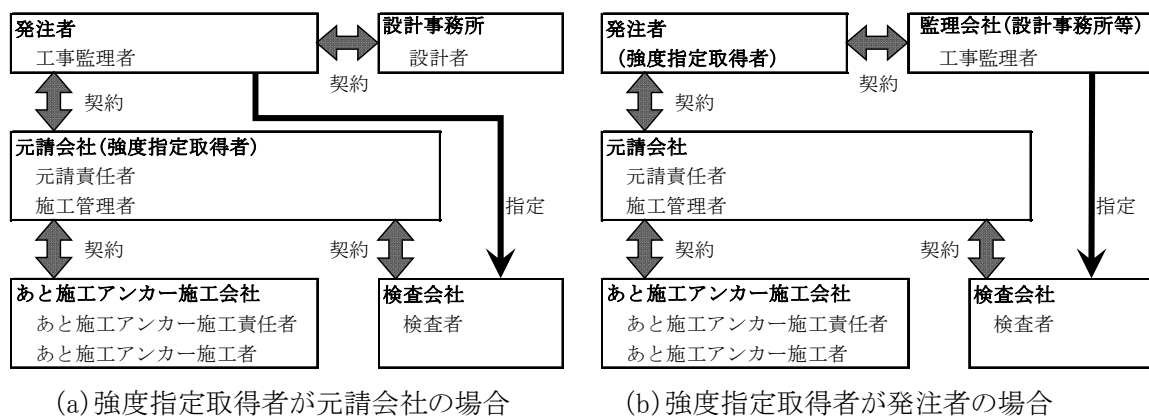
施工指針は, 申請者が施工時に必要だと思われる項目を定めて, その内容を設計者や施工者へ伝えるために具体的に申請書に記載する必要がある. また, 申請者自らが設計または施工を行わない場合には, 講習会を行う等, 設計者または施工者が適切に設計, 施工を実施できる体制を整える必要がある.

(1) 全体工事体制

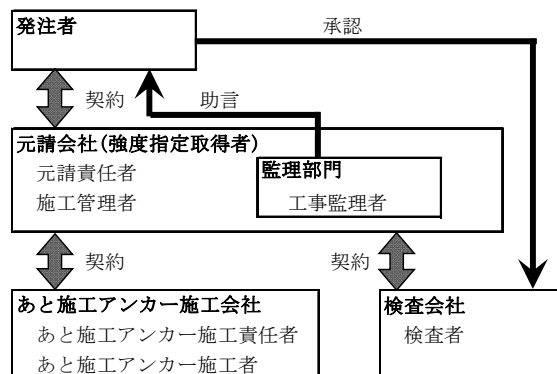
接着系あと施工アンカー工事および接着系あと施工アンカーを用いる構造部材ならびに関連する工事全体の体制を明示する.

(2) 接着系あと施工アンカー工事体制

接着系あと施工アンカー工事の施工品質管理体制(発注者, 元請会社, 監理会社, あと施工アンカー施工会社, 検査会社)を明示する. あと施工アンカーの施工品質管理体制の一例として, 強度指定取得者に元請会社を含む場合, および, 強度指定取得者に発注者を含む場合の例を, 解図 1.3.1 に示す. 主要な管理項目における検査は, 元請会社による自主検査のみでは第三者性が得られないため, 原則検査会社が実施する. 検査会社は, 適切な知識や経験を有するほか, 強度指定取得者や元請会社およびあと施工アンカー施工会社と利害関係に無い中立的で公正な立場であることが求められる為, 解図 1.3.1 に示すように, 強度指定取得者ではない工事監理者が検査会社を指定し, 元請会社と契約することが望ましい. また, 解図 1.3.2 に示すように, 発注者が個人等で検査会社の指定が困難な場合には元請会社からの助言・紹介に対して承諾することで第三者性を担保してもよい.



解図 1.3.1 施工品質管理のためのあと施工アンカー工事の契約体制の一例
(施工管理者と工事監理者が別機関に所属する場合)



解図 1.3.2 施工品質管理のためのあと施工アンカー工事の契約体制の一例
(施工管理者と工事監理者が同一機関に所属する場合)

なお、検査会社は検査を専門に扱う会社が行うことが必要であるが、現状ではそうした会社が非常に少ないことから、あと施工アンカー施工会社やあと施工アンカー製造会社が検査を実施してもよい。ただし、第三者性をどのように担保するかを、工事体制の中に明示する必要がある。また、検査を実施する検査者は、適切な検査資格を保有する者が望ましいが、現状では該当する資格が無いため、当面は施工と技術管理に関する資格の両方を保有する者に代えることができるものとする。

(3) 工事監理体制、施工管理体制

接着系あと施工アンカー工事および接着系あと施工アンカーを用いる構造部材の工事監理体制および施工管理体制を明示する。

(4) 使用材料(接着系あと施工アンカー、アンカー筋、コンクリート、その他)

接着系あと施工アンカー工事に使用する材料(接着系あと施工アンカー、アンカー筋)および接着系あと施工アンカーを用いる構造部材に使用する材料(鉄筋、コンクリート等)を明示する。

(5) 接着系あと施工アンカー工事着手前の調査関係

接着系あと施工アンカー工事着手前の調査関係(調査部位、調査内容、接着系あと施工アンカー埋込み部のひび割れ等の有無とひび割れ補修や断面修復の要否等)を明示する。なお、建築物各部におけるひび割れ・劣化調査および建築物の変形(傾斜、不動沈下等)に関する調査は重要である。

(6) 接着系あと施工アンカー工事着手前の試験

接着系あと施工アンカーの工事着手前の試験(試験内容、試験方法、試験個数、判定基準、施工前試験実施者等)を明示する。施工前試験は、施工管理者があと施工アンカー施工者の技量と製品の付着強度を確認するため、樹脂の充填性確認試験と付着強度確認試験を実施する。

1) 充填性確認試験：施工者の技量を確認

対象者は、実際に施工する全あと施工アンカー施工者とする。試験は、透明なアクリル樹脂管を施工方向ごとに5本ずつ用意し、充填状況が被験者から見えない状態で管内に接着剤を充填する。

試験では、樹脂が全長にわたって均一に充填されていることを確認し、管の周囲に鉄筋径程度以上の空洞が無く、全体として円筒形の周囲5%以上の空隙部が無い場合に合格とする。

2) 付着強度確認試験：使用する接着系あと施工アンカーの付着強度を確認

試験は、実際に施工するアンカー筋の最大径の鉄筋と接着剤を用いて、実際に施工する母材コンクリートまたはそれに近い品質のコンクリートに施工して行う。試験数量は5体以上とする。なお、母材コンクリートに低強度コンクリートの範囲が含まれる場合は、実際に施工する母材コンクリートで試験を実施することとする。

付着試験は **2.1.2 項**に示す試験方法に準じて実施し、全ての試験結果が基準付着強度を満足する場合に合格とする。

(7) 接着系あと施工アンカー工事施工計画

接着系あと施工アンカー工事計画書に下記を明示する。

(a) 使用材料等(接着系あと施工アンカー、アンカー筋の種類と種別、アンカー筋呼び名、有効埋込み長さ)

(b) 穿孔方法および穿孔機械

(c) ドリルの径と許容差、穿孔深さと許容差、許容施工誤差(へりあき、はしあき、ピッチ、傾斜)

- (d) 施工上の留意事項(施工時の環境条件を含む)
 - (e) 孔内清掃方法と手順
 - (f) 接着剤の混合・注入方法, 接着剤のだれ防止方法
 - (g) アンカー筋の固着方法および養生方法(拔出し防止策を含む)
 - (h) 施工記録(施工日, 施工担当者, 測定記録(埋込み長さ, 傾斜角等))
- (8) 接着系あと施工アンカー施工品質管理(管理項目, 管理方法, 施工品質判定基準)
- 接着系あと施工アンカー工事における施工品質管理(管理項目, 管理方法, 施工品質判定基準)を明示する. 施工品質管理項目は, 管理項目ごとに管理方法および判定基準を設け, 実施者, 責任者, 報告者, 承認等の管理区分を明確にする. 主な管理項目を以下に示す.
- ＜施工計画＞
- (a) 仕上げ材の有無, ひび割れの処理, 埋設鉄筋等の確認
 - (b) 施工計画 : 接着系あと施工アンカー施工計画書(施工要領書, 検査要領書)
 - (c) 準備作業 : 所定材料の確認・発注, 作業員の配置計画, 仮設・作業床・養生・設備等の確認, 必要資機材の確認・搬入
 - (d) 材料受入検査 : カートリッジ確認(種類・数量), アンカー筋の確認(種類・数量), 保管場所確認(消防法劇物指定品)
 - (e) 墨出 : 墨出し実施
- ＜アンカー工事＞
- (f) 準備 : 使用機材の確認, 墨出し位置の確認
 - (g) 穿孔 : 穿孔ドリルの有効長の確認, 穿孔ドリル径の計測, 穿孔深さのマーキング, 墨出し位置への穿孔, 穿孔角度の確認
 - (h) 孔内清掃 : 集塵機や専用ブラシ等による切粉除去, 穿孔径の計測, 穿孔深さの計測・確認, 再度, 集塵機や専用ブラシ等による切粉除去
 - (i) 固着 : アンカー筋全長の計測, 孔内に切粉や泥分の無いことを確認, 孔内にアンカー筋を設置しアンカー筋にマーキング, アンカー筋の突出長さの計測, カートリッジの確認, 設計量の樹脂を注入, アンカー筋の埋め込み, マーキング位置の確認
 - (j) 養生 : 硬化時間内まで養生(鉄筋を動かさない)
- ＜検査＞
- (k) 自主検査 : 目視検査, 接触打音検査, 計測検査(アンカー筋の突出長さと角度)から構成されており, 全数実施する検査
 - (l) 受入検査 : 目視検査, 接触打音検査, 計測検査(アンカー筋の突出長さと角度) から構成されており, 実況に応じて抽出された接着系あと施工アンカーに対して実施する検査
 - (m) 立会検査 : 目視検査, 接触打音検査, 計測検査(アンカー筋の突出長さと角度), 非破壊引張検査, 注入量検査, 埋め込み長さ検査, 充填状況検査. 目視検査, 接触打音検査, 計測検査(アンカー筋の突出長さと角度)は, 実況に応じて抽出された接着系あと施工アンカーに対して実施する検査であり, その他は各検査法に応じて実施(解図 1.3.3 参照)する検査.

(9) 接着系あと施工アンカーの工事中・工事後検査

接着系あと施工アンカーの工事中・工事後の検査として、自主検査、受入検査および立会検査における各検査方法、検査結果の判定方法および、不合格の場合の対策方法を明示する。

主な検査方法を以下に示す。なお、検査は有資格者による検査を原則とする。自主検査や受入検査については、あと施工アンカー工事全般の知識を有する者もしくは建築工事全般の知見を有する者である必要がある。例えば、前者は、あと施工アンカー工事における資格である(一社)日本建築あと施工アンカー協会(JCAA)の第 1 種あと施工アンカー施工士もしくはあと施工アンカー技術管理士の資格、後者は 2 級建築士以上もしくは 2 級建築施工管理技士以上の資格を有する者がそれに該当する。第三者が実施する立会検査については、上記の資格に加えて、必要な資格を以下の各検査内容に記す。

- (a) 目視検査 : アンカー筋の種類、本数の確認、埋込み長さの確認、接着剤の充填状況を確認する。
- (b) 計測検査 : アンカー筋の径、施工位置、突出長さ、アンカー筋の角度を計測し、設計図書の値と照合する。
- (c) 接触打音検査 : アンカー筋に手で触れ、またハンマー等で軽く叩き接着剤が硬化していることを確認する。
- (d) 非破壊引張検査 : アンカー筋に検査荷重を載荷し、アンカー筋の拔出しや過大な変形を生じないこと等を確認する。

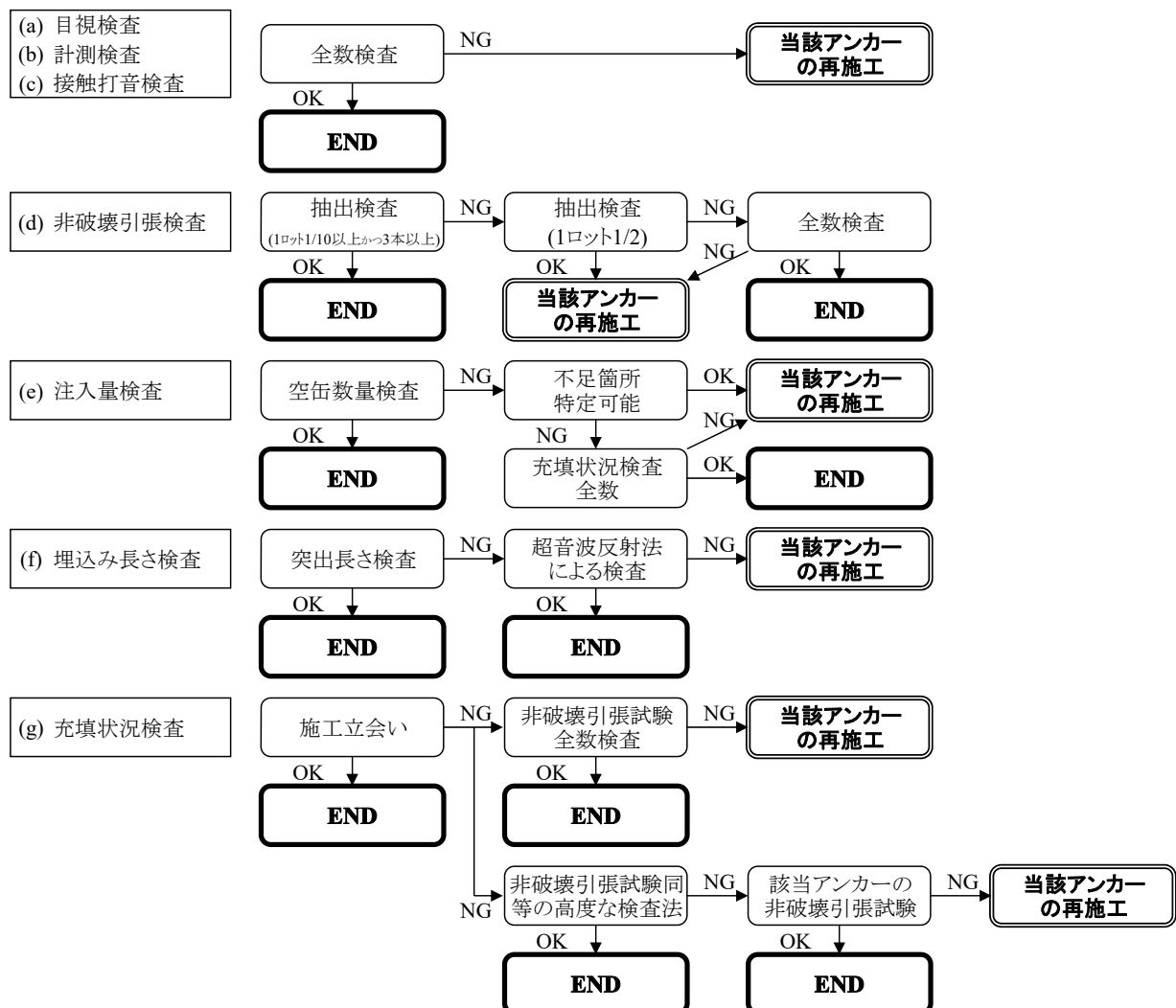
非破壊引張検査は、ここでは施工性の確認を行うためのものであるため、アンカー筋孔口周辺を拘束した付着試験を行う。検査荷重は、あと施工アンカー製品の基準付着強度の 2/3 もしくはアンカー筋の降伏荷重の 80%のうち、どちらか小さい方の荷重とする。なお、2 章で示すアンカー単体の付着試験はポテンシャルを求めるため高強度鉄筋を使用しているが、ここでの検査は実際に施工された鉄筋に対して行うものであり、鉄筋は異なる。

なお、検査を実施する者は、あと施工アンカーの検査結果に関する評価ができ、かつ建設工事現場における施工技術に関する知見を有する者が実施する。例えばあと施工アンカー主任技士(JCAA)がこれに該当する。

- (e) 注入量検査 : 接着剤の使用量と算出された必要量とを比較する。
使用した接着剤の空缶数量と接着系あと施工アンカー全数の工程検査記録(施工管理シートおよび記録写真等)を確認する。検査記録等で疑義がある場合等は、充填状況検査の追加検査である非破壊引張試験もしくはその試験と同等の高度な検査法による充填状況検査を全数実施する。
- (f) 埋込み長さ検査 : アンカー筋の埋込み長さ与设计された埋込み長さとを比較する。
アンカー筋の突出長さとは接着系あと施工アンカー全数の工程検査記録(施工管理シートおよび記録写真等)を確認する。突出長さや検査記録等に疑義がある場合等は、超音波反射法などを用いた試験等で確認する。なお、超音波反射法を用いる場合、検査は JIS Z 2305(非破壊試験技術者の資格および認証)の NDT 方法「超音波探傷試験・UT」のレベル 1 以上の資格を有し、かつ第三者機関もしくは装置製造者等による埋込み長さ検査に関する講習等を受けた者が実施する。
- (g) 充填状況検査 : 孔内に接着剤が空隙無く充填されていることを確認する。

あと施工アンカー施工者ごとに接着剤の充填作業の立会いは施工記録(施工者の技量試験(施工前試験)や各工程における接着系あと施工アンカー全数の工程検査記録(施工管理シートおよび記録写真等))を確認の上, 実施する. その際, 注入量検査結果を踏まえて適切に充填されているか確認し, 施工の不備や検査記録等に疑義がある場合等は, 非破壊引張試験同等の高度な検査法を適切に選定して用いることができる. 例えば, 電磁パルス法は明らかな充填不良状態を非破壊で評価できる検査方法で, それを用いた充填状況の確認や非破壊引張検査の全数検査を実施する. 電磁パルス法を用いる場合, 検査は JIS Z 2305 (非破壊試験技術者の資格および認証) の NDT 方法「超音波探傷試験・UT」のレベル 1 以上の資格を有し, かつ第三者機関もしくは装置製造者等による充填状況検査に関する講習等を受けた者が実施する. 上記の手法は現在現地で調査する方法として引き続き検討ならびに改良がなされており^{1.7)}, 引張試験を代替する適用に当たっては最新の技術動向を確認する必要がある.

検査結果の判定方法(判定基準), 不合格の場合の対策方法として立会い検査の一例について解図 1.3.3 にフロー図(案)を示す.



解図 1.3.3 検査結果の判定方法(判定基準)および不合格の場合の対策方法の一例

(10) 試験・検査結果の記録, 保存方法

接着系あと施工アンカー工事着手前の試験, 工事中の測定結果ならびに工事後の試験・検査結果の記録と保存方法・保存期間を明示する.

(11) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の施工計画

接着系あと施工アンカーを用いる構造部材の施工計画書(接着系あと施工アンカーを用いる構造部材にプレキャスト鉄筋コンクリート造を用いる場合を含む)に必要な事項を明示する.

(12) その他必要と思われる事項

その他施工指針に必要と思われる事項を明示する. 例えば, 施工された部分が地震等の外乱等何らかの事象によってアンカー筋の定着部に損傷が生じた場合に付着性能が低下する懸念がある場合は, その調査方法を含めた対応方法を記載する. 既存の構造部材に劣化等を要因とした損傷が確認された場合も同様に, それらへの対応方法を記載する. 例えば, 特段の知見がない場合においてはひび割れに対しては監理者と協議の上, ひび割れ幅に応じて適切に補修を行うことや, 豆板等がある場合は断面修整を行えるが, その部分は埋込長さに算入しない等が挙げられる. なお, 上記補修は施工管理者の責任で実施する必要がある.

ひび割れ補修については, 普通コンクリートに生じた幅 $0.1 \sim 0.44\text{mm}$ のひび割れに対して, エポキシ樹脂を用いて低圧樹脂注入工法や内圧充填接合補強工法によって補修を行うことで, 付着強度が回復することが確認されている.^{1.8,1.9)}

既存鉄筋のかぶり厚さは現行基準で定める値を確保する必要がある. 対象とする部位のかぶり厚さが不足する場合は, アンカー施工面をコンクリート等によってかぶり厚さを確保することになるが, 用いる接着剤が告示 1372 号を満足する無機系の物性を有し, ポリマーが入っていて, かつポリマーセメント比が 4% 以下の場合, かぶり厚さに見込むことができる. なお, 耐久性の審査については本ガイドラインでは対応していないため, 個別に評定を取得する等対応する必要がある.

1.3.6 プレキャスト鉄筋コンクリート部材等の製造要領および部材製造品質管理

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材にプレキャスト鉄筋コンクリート造等を用いる場合, 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の申請資料に部材製造要領および部材製造品質管理要領を明示する.

〔解説〕

接着系あと施工アンカーを用いる構造部材がプレキャスト鉄筋コンクリート造や鉄骨造ならびに木造の場合, 申請に下記を明示する.

(a) 部材製造要領

・構造部材名称 ・使用材料と材料の品質 ・部材製造場所 ・部材製造方法

(b) 構造部材製造品質管理要領

・品質管理項目 ・品質管理方法 ・品質判定基準等

1.3.7 構造性能実験

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請資料に記載すべき構造性能実験には, 下記(1)および(2)を明示する. なお, 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能実験は, **3 章**に基づき実施する.

(1) 構造性能実験関連

- 1) 構造性能実験実施者
- 2) 試験体のパラメータの設定, 試験体数
- 3) 試験体の形状, 寸法, 縮尺等
- 4) 使用材料, コンクリートの圧縮強度
- 5) 試験体の設計および製作, 構造性能評定機関の立会記録
- 6) 載荷方法, 載荷サイクル
- 7) 測定項目, 測定方法等
- 8) 構造性能実験結果
- 9) 構造性能実験結果を設計指針へ反映

(2) 施工試験関連

〔解説〕

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請資料の構造性能実験として本文に記載の項目を明示する。以下に本文に記載の項目について解説する。

(1) 構造性能実験関連

1) 構造性能実験実施者

構造性能実験を実施する者に関する情報は、実施機関と実施者の氏名を記載することとし、その者が適切に構造性能実験を実施できることを示す。

2) 試験体のパラメータの設定, 試験体数

試験体は申請される適用範囲に応じた必要な数量とし、接着系あと施工アンカーを用いた場合と先付け鉄筋を用いた場合の構造性能を比較する。原則として適用範囲の中で最も厳しい条件を選定できる場合はそれを再現する試験体を製作し、それ以外は適用範囲を包絡する試験体のパラメータを適宜設定する。

3) 試験体の形状, 寸法, 縮尺等

試験体の形状および寸法は、接着系あと施工アンカーを用いる構造部材として申請する構造部材に応じ、下記による。下記に記載以外の構造部材は、下記を考慮しアンカー筋および接着系あと施工アンカーを用い構造部材の荷重および外力とその組合せならびに大きさが作用した時の挙動を再現できる試験体とする。なお、縮尺は原則として実大とし、アンカー筋を埋め込む部材は、実際に適用する部材形状および配筋を同一にする。

また、長期荷重によって変形が増大する構造部材の構造性能実験を実施する場合には、接着系あと施工アンカーのクリープ変形等部材に生じる変形を適切に再現できる形状とする必要がある。

4) 使用材料, コンクリートの圧縮強度

接着系あと施工アンカー工事および接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料およびアンカー筋を埋め込むコンクリートの圧縮強度試験値ならびに上記以外の部分に使用する材料およびコンクリートの圧縮強度試験値を明示する。なお、コンクリートの圧縮強度は、適用するうちの最小値とする。

5) 試験体の設計および製作, 構造性能評定機関の立会記録

試験体の設計を **1.3.4 項**に規定する設計指針にしたがって明示する。また、試験体の製作方法とその結果を **1.3.5 項**に規定する施工指針にしたがって明示する。原則として、試験体施工の際には構造

性能評定機関の立会いを受け、母材コンクリートの製作、試験体の養生等が適切に実施されているかを示した立会記録を添付すること。やむを得ない理由により立会いを受けることができなかった場合には、審査対象となる項目の全てを確認することのできる資料を添付することで立会記録に替えることができるかを、構造性能評定機関に確認すること。

6) 載荷方法、載荷サイクル

試験体の載荷方法や載荷サイクルを明示する。

7) 測定項目・測定方法等

実験中における試験体コンクリートの圧縮強度やアンカー筋や鉄筋のひずみ測定位置、試験体の変形測定位置や測定方法ならびにひび割れ状況の測定方法等を明示する。

8) 構造性能実験結果

実験結果(使用材料の試験値、ひずみ測定値、アンカー筋の変形、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の荷重～変形関係、試験体のひび割れ発生状況等ならびに先付け鉄筋を用いた試験体との比較結果等)を明示する。

9) 構造性能実験結果を設計指針へ反映

実験結果により設計指針へ反映すべき事項を明示する。

(2) 施工試験関連

必要に応じて施工指針に記載の内容の妥当性確認のための施工試験(試験体の製作に置き換えても可)結果により施工指針へ反映する事項を明示する。

【付録 2】 接着系あと施工アンカーの母材コンクリートで定まる許容応力度・材料強度設定のための安全率について

(1) 安全率設定方針

接着系あと施工アンカーは、母材コンクリートにドリルを用いて穿孔し、接着剤を充填した後にアンカー筋を固着することから、母材コンクリートで決定される引張やせん断に対する許容応力度および材料強度の設定に際しては、先付け鉄筋とは異なる安全率を考慮する必要があると考える。

以下に、母材コンクリートの値を用いて算定される許容耐力は以下に示す安全率を **1.3.7 項**で検討した結果を踏まえて考慮する必要がある。なお、ここで検討する安全率は、先付け鉄筋のコンクリートに対する長期許容付着強度の安全率 3 に、短期許容応力度に対しては安全率 1.5 に、材料強度に対しては安全率 1 に対して乗じる数値である。

(2) 安全率設定に際して考慮する項目

母材コンクリートで決定される接着系あと施工アンカーの許容応力度および材料強度を設定するために考慮する安全率の設定に際して、下記の 4 つの係数を考慮する。

なお、長期的に作用する持続荷重によるクリープは、変形増大係数で考慮するとして、ここでは考慮しないこととする。

$$F_{safe} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \text{ ----- (付 2.1)式}$$

記号 F_{safe} :母材コンクリートで定まる接着系あと施工アンカーの許容応力度および材料強度設定に用いる安全率(≥ 1.5)

α_1 :材料係数(設計に用いる母材コンクリートの圧縮強度(以下、材料強度 F という)の設定の信頼性に関する低減係数の逆数) (≥ 1.0)

α_2 :ひび割れ係数(施工後の外力によるひび割れ発生による低減係数の逆数) (≥ 1.5)

α_3 :施工係数(施工の難易度、施工品質による低減係数の逆数) (≥ 1.0)

α_4 :設計係数(接着系あと施工アンカーに生じる応力の算定精度による低減係数の逆数)($=1.0$)

(3) 各低減係数の検討

1) 材料係数 α_1

材料係数 α_1 は、アンカー筋定着部のコンクリートの材料強度設定方法を一義的に定めることができる場合、原則として 1.0 とすることができる。コンクリートの材料強度設定方法の一例を以下に示す。

(a) アンカー筋埋込み部の構造体コンクリートの圧縮強度のデータが有り、圧縮強度の平均値が呼び強度以上かつ、個々の圧縮強度が呼び強度の 0.85 倍以上である場合、コンクリートの材料強度 F を設計基準強度 F_c とする。なお、呼び強度が分からない場合は設計基準強度 $F_c + 6\text{N/mm}^2$ とし、設計基準強度が分からない場合は、設計当時の法令上の最小値を用いる。

(b) 接着系あと施工アンカーを埋め込む構造部材もしくは当該構造部材近傍よりコンクリートコアを 3 個以上採取し圧縮強度試験結果が得られる場合、コンクリートの材料強度 F をスチューデントの t 分布仮定に基づき算定する場合は次式により設定する。なお、コンクリートコア採取位置は、接着系あと施工アンカーを埋め込む部材の埋込み部近傍より採取することを原則とするが、採取が困難な場合は近傍の部材から採取することも許容する。

$$F = \min(X_{mean} - t \cdot s, F_c) \text{ ----- (付 2.2)式}$$

記号 F :接着系あと施工アンカーの設計に用いるコンクリートの材料強度(N/mm^2)

X_{mean} :接着系あと施工アンカーを用いる部材もしくは部材近傍より採取したコンクリート

コアの圧縮強度の平均値(N/mm²)

t : 片側不良率 0.05(95%信頼下限)を与える係数で、付表 1.2.1 による.

s : コア圧縮強度の標準偏差(N/mm²)で、次式による.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_{mean} - X_i)^2}{N-1}} \dots\dots\dots \text{(付 2.3)式}$$

X_i : i 番目のコンクリートコアの圧縮強度(N/mm²)

N : 圧縮強度試験を実施したコンクリートコアの個数

F_c : アンカー筋埋込み部のコンクリートの設計基準強度(N/mm²)

付表 1.2.1 95%信頼下限値を与える係数 t

コンクリートコア本数 N	3	4	5	6
自由度 $(N-1)$	2	3	4	5
係数 t の値	2.920	2.353	2.132	2.015

2) ひび割れ係数 α_2

ひび割れ係数 α_2 は、接着系あと施工アンカーが設けられた母材コンクリートに、乾燥収縮や温度伸縮、固定荷重や積載荷重などの長期荷重によるもの、地震荷重によりコンクリートに生ずると想定された幅 0.3 mm 程度までのひび割れによる影響をあらかじめ許容応力度および材料強度の安全率に考慮し、原則として 1.5 以上とする。このように施工後、接着系あと施工アンカーのアンカー筋埋込み部周囲のコンクリートにひび割れが発生すると、接着系あと施工アンカーの耐力が低下する可能性があることを考慮して安全率を設定する必要がある。

一般的に、建築物の構造躯体の表層には仕上げ材が施されており、接着系あと施工アンカーが埋め込まれた構造部材に発生したひび割れを通常行われる目視検査で発見することは困難である。

そこで、乾燥収縮・温度伸縮、長期荷重などにより常時の状態でコンクリートに生ずる可能性がある 0.3 mm 程度までのひび割れを想定したひび割れ係数 α_2 を設けている。

ひび割れ係数 α_2 の最小値を 1.5 に設定した根拠としては、ACI の規準ではひび割れ有りの場合の耐力はひび割れ無しの場合の 1/1.4 にしていること、ひび割れによる耐力への影響を確認した最新の知見によると、鉄筋で拘束された内側への施工を想定した鋼管コンクリートへ定着された接着系あと施工アンカーの引張試験において、ひび割れ幅が 0.3 mm 程度の場合で平均的には約 2/3 に低下していることなどによった。

なお、ここでのひび割れ係数には、地震荷重によりアンカー筋埋込み部周囲のコンクリートに生じるひび割れによる影響は考慮していないことから、地震時にアンカー筋埋込み部周囲のコンクリートにひび割れが生じる可能性がある場合には、構造計算における部材耐力の算定においてひび割れによる耐力低減を適宜考慮する必要がある。また、地震時にひび割れが生じた場合は、適切に補修する必要がある。

3) 施工係数 α_3

施工係数は、施工指針において適切な施工および施工品質管理が行われている場合、原則として $\alpha_3 = 1.0$ とすることができる。

4) 設計係数 α_4

通常の RC 造と同じ様に設計できる場合は、同様な応力評価ができるため応力算定の精度がばらつくことはないとして $\alpha_4 = 1.0$ としている。その為、RC 造と異なる応力評価手法が必要となる場合は 1.0 以上の適切な係数の設定が必要である。

第2章 あと施工アンカー単体の性能試験

1.2.2 項に示すあと施工アンカー単体の申請資料に記載すべき性能試験結果は、本章で示すあと施工アンカー単体の性能試験の実施に基づき記載する。

本章で示すあと施工アンカー単体の性能試験方法は、一般的な環境下において施工されることを想定したものである。従って、上記以外の環境条件となる場合は、ここで示す方法に準じて適切な試験を実施する必要がある。

本ガイドラインでの一般的な環境下とは、接着系あと施工アンカーがコンクリート等で被覆されて露出していない状態で、気温 5℃から 35℃程度、施工位置が雨掛かりでなく、飛来塩分の影響を受けない一般地域であること等を指す。

2.1 引張応力に対する性能試験

2.1.1 接着系あと施工アンカーの引張試験方法

2.1.1.1 総則

(1) 目的

本評価方法は、接着系あと施工アンカーの引張試験を実施することによって、強度とその時の伸び出し量を測定し、その接着系あと施工アンカーが必要な終局引張および引張剛性を有していることを確認するために行う。

(2) 適用範囲

本試験の適用対象とする接着系あと施工アンカーは、アンカー筋の径として、異形鉄筋の D10～D25 の呼び名の範囲で、申請者が申請する範囲とする。

(3) 性能試験実施者および申請者

本試験方法により試験を行う者(試験実施者)は、接着系あと施工アンカーの引張試験を適切に実施でき、かつ第三者的な立場で試験を実施し、その結果を報告できる者でなければならない。申請者は、あと施工アンカー製品の製造者もしくはその接着系あと施工アンカーを用いて工事を行う者またはその代理者とする。

〔解説〕

- (1) 本評価方法は、接着系あと施工アンカーを構造部材に適用する場合に、接着系あと施工アンカーに求められる引張性能を有していることを確認するための試験方法とその評価方法について示したものである。接着系あと施工アンカーおよび接着系あと施工アンカーを用いた構造部材が所要の構造性能を有することの妥当性を評価する場合には、本試験方法に従って評価を行うことを前提としている。
- (2) 本試験方法で想定している構造部材に適用される接着系あと施工アンカーは、**解表 1.1.2**、**解表 1.1.3**に示すような壁開口補強筋やスラブ筋の一部として、鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いるアンカー筋である。したがって、適用するアンカー筋の径は異形鉄筋とし、呼び名は D10～D25 の範囲とした。
- (3) 本試験における試験実施者とは、性能評定のための試験を適切に実施できる者を指し、試験結果を参照し、性能評定業務などを行う性能評定機関とは異なる者で、下記の条件を満たす第三者機関の雇用者とする。
 - (a) ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。

(b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。

(c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。また、適切に試験を実施できること。

また、ここでの申請者については、あと施工アンカー製品の製造者のほか、当該接着系あと施工アンカーを使用して改修工事を行う場合の所有者、設計者、施工者などが想定される。

2.1.1.2 試験の対象および試験体

(1) アンカー筋

引張試験において使用するアンカー筋は、異形鉄筋(JIS G 3112 適合品)とする。

(2) 母材コンクリート

(a) 対象

普通コンクリートおよび軽量コンクリート 1 種とする。

(b) 圧縮強度

圧縮強度の範囲は、試験実施時において $18 \sim 24 \text{ N/mm}^2$ および $30 \sim 36 \text{ N/mm}^2$ の範囲とし、それぞれの強度範囲において評価を行う。適用範囲に低強度コンクリート(13.5 N/mm^2 以上 18 N/mm^2 未満)を含む場合は、その範囲も対象として評価を行う。圧縮強度の確認は、母材コンクリートと同じ養生条件とした円柱供試体($\phi 100 \times 200 \text{ mm}$)により、引張試験を実施する材齢と同時に試験を行う。

(c) 養生

母材コンクリート打込み後、所定の強度に達したことが確認された後にアンカーの施工を行う。母材コンクリートの養生環境は、原則として常温の室内とする。ただし、屋外の場所で養生を行う場合は、日光の直射、急激な乾燥および寒気に対して適当な養生を行うものとする。

(3) 試験体

(a) 形状および寸法

試験体は、母材である供試体(以下、供試体)と固着したアンカーから構成されるものとする。

供試体の形状は原則として矩形とし、ひび割れ等の生じていない健全な状態のものとする。供試体の最小厚さは、接着系あと施工アンカーの埋込み長さの 2 倍もしくは埋込み長さに 100 mm を加味した厚さ以上とする。

接着系あと施工アンカーは、接着系あと施工アンカーの固着性能に影響する接着系あと施工アンカー相互の干渉あるいは接着系あと施工アンカー周辺のコンクリートの影響などを排除した、はしあき、へりあきおよび接着系あと施工アンカー間隔を定めて、供試体に垂直に施工する。

(b) 製作方法

試験体の製作は、性能試験実施者が責任を持って管理し、母材コンクリートの製作、試験体の養生等を行う。アンカー筋の施工は、申請者が示す施工要領に従い申請者などが施工する。申請者などがアンカー筋の施工を行う際、性能試験実施者は必ず施工に立ち会い、施工要領に従って施工されているかについて確認する。施工時および養生時の環境は、 $5 \sim 35^\circ\text{C}$ の環境とする。

(c) 製作精度

接着系あと施工アンカーのコンクリート部分への埋込み長さは所定の長さの $\pm 3 \text{ mm}$ 以内とし、測定した長さを有効埋込み長さとする。穿孔径は製造者が指定する誤差の範囲であることを確認する。アンカ

一筋の倒れは、載荷面の法線に対して 2 度以内とする。

(d) 試験体数量

5 体とする。

〔解説〕

- (1) アンカー筋はアンカー筋の径として、異形鉄筋で D10～D25 までの範囲での適用が想定される。その範囲において、申請者が適用を申請するすべての鉄筋径に対して試験を行う。アンカー筋の鋼種は申請者の申請の内容に応じ、製品に用いるものと同じものを用いる。
- (2) 試験体の母材コンクリートは、性能評定を受けようとする強度に応じたコンクリートとしなければならない。ただし、コンクリートの強度にはばらつきも生じることから、一定の幅を持った範囲とした。ここでの圧縮強度は、試験体の母材コンクリートと同一バッチで同様の養生環境としたコンクリート供試体の強度とする。また、コンクリートの種類は普通コンクリートとしているが、適用する部位のコンクリートが軽量コンクリート 1 種である場合は、適用対象のコンクリートを考慮し、できるだけその材料および品質に近いものを用いるようにする。

母材コンクリートの製造は、JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の規格等の品質基準に適合するものであることを確認する。例えば、JIS A 5308 の製品認証を取得しているレディーミクストコンクリート工場で製造されたものとする。コンクリートのスランプ、空気量などのフレッシュ性状は、建築工事で一般に使用されている範囲(例えば、スランプ 18 cm, 空気量 4.5%)とし、型枠内に適切に打ち込めるワーカビリティを有するものとする。なお、本ガイドラインにて対象とする低強度コンクリートは、これまでに耐震補強技術の開発等において十分な施工実績がある範囲として、最低値を 13.5 N/mm^2 としている。ここで低強度コンクリートを用いる場合は、事前に試し練りを実施し、目標の強度となることに加え、施工性が確保できる※ことを確認する。なお、低強度コンクリートの製造は、粉体状の材料の増量や、水セメント比の増大などの方法がある^{2.1.2.2)}。

※ 施工性が確保できるとは、以下を満たすことをいう。

- ・ スランプ : $15 \pm 2.5 \text{ cm}$ または $18 \pm 2.5 \text{ cm}$
- ・ 空気量 : $4.5 \pm 1.5 \%$
- ・ 単位粉体量(セメントやそれに代わる粉体状の材料の分量) : 270 kg/m^3 以上
- ・ 材料分離がないことを目視確認(JIS A 1160 を参照)

母材コンクリートの養生期間は、所定の強度範囲となる期間でできるだけ材齢を長く確保することが望ましい。また、コンクリート打込み後、接着系あと施工アンカーの施工までの期間は少なくとも 7 日以上とする。養生環境は、常温($5^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 程度)の室内とした。屋外の場所で養生を行う場合は、日光の直射、急激な乾燥および寒気に対して適当な養生を行うことなどにより、室内と同程度の環境とすることを原則とした。

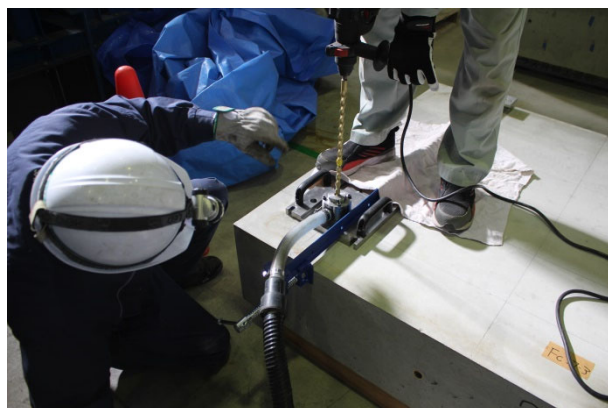
- (3) 試験体は、母材である供試体(以下、供試体)と固着した接着系あと施工アンカーから構成されるものとする。引張試験を行う接着系あと施工アンカーを固着するコンクリート供試体の形状は、原則として矩形とし、ひび割れ等の生じていない健全な状態のものとする。試験体の最小厚さは接着系あと施工アンカーの埋込み長さの 2 倍もしくは埋込み長さに 100 mm を加味した厚さ以上とした。

コンクリート供試体は、接着系あと施工アンカーの固着性能に影響する接着系あと施工アンカー相互の干渉あるいは接着系あと施工アンカー周辺のコンクリートの影響などを排除するため、接着系あと施工アンカー間隔を埋込み長さの 2 倍以上、はしあきおよびへりあきを埋込み長さの 1 倍以上とした。

供試体の製作は、性能試験実施者の責任において製作する。ただし、アンカー筋の施工については、申請者もしくは申請者が指定する者が行うこととし、性能試験実施者は、申請者が定めた施工要領に準じて施工が実施されているかについて必ず立ち会いでの確認を行う。

試験体の製作は、載荷面に対して垂直に穿孔および接着系あと施工アンカー打設を行うための治具等を用いて施工するとよい。垂直に穿孔するための治具および打設時に垂直を保持するための治具の例を解図 2.1.1、解図 2.1.2 に示す。

試験結果の変動係数が極端に大きい場合には、「2.1.1.4 試験結果の整理」に従い再試験を実施する。



解図 2.1.1 穿孔用治具の例



解図 2.1.2 アンカー打設用治具の例

2.1.1.3 試験方法

(1) 試験装置

試験装置は、載荷装置、荷重計測装置、変位測定装置より構成されるものとする。

(a) 載荷装置

- i) 載荷装置は、接着系あと施工アンカーに引張力を与える加力装置と、その反力を支える反力台から構成される。
- ii) 加力装置は、接着系あと施工アンカーに対して軸方向に引張力を与えられるような機構とし、想定される最大引張強度を十分上回る加力能力を有し、かつ連続的に引張力を加えられるものとする。
- iii) 反力台は、想定される最大引張強度に対して十分な強度と剛性を有するものとする。また、反力台脚部の内法間隔は、接着系あと施工アンカーの埋込み長さの 2 倍以上を原則とする。ただし、破壊モードがコーン状破壊しない場合には、接着系あと施工アンカーの付着強度に影響しない範囲で短くできるものとする。

(b) 荷重計測装置

- i) 荷重計測装置は、接着系あと施工アンカーに加えられた荷重を正確に測定できるものとする。
- ii) 荷重計測装置は、想定される最大引張力を十分上回る容量を持ち、計測装置の精度は $\pm 1.5\%$ 以内とし、最小読取り値で最大引張荷重の $1/20(5\%)$ 以下の荷重を計測できるものとする。

(c) 変位測定装置

- i) 変位測定装置は、接着系あと施工アンカーの軸方向の変位を正確に測定できるものとする。
- ii) 変位測定装置は、想定される最大変位を十分上回る容量をもち、測定精度が $\pm 0.02 \text{ mm}$ 以内を

有するものとする。

iii) 変位測定装置の固定点は、供試体の変形の影響を受けない位置に設置する。

(2) 試験方法

i) 荷重装置、荷重計測装置および変位測定装置をセットする。

ii) 荷重は、毎秒 $0.50 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$ 程度の荷重速度で、接着系あと施工アンカーの軸方向に引張力を加える。

iii) 荷重計測と変位測定は、同時に行い連続的に記録する。

iv) 試験終了後、破壊状況を写真により記録する。

(3) 環境条件

5～35℃の環境において試験を行う。なお、特殊な環境下において使用することを想定した場合には、当該温度条件において試験を行う。

〔解説〕

(1) 加力・計測方法

試験装置は、荷重装置、荷重計測装置、変位測定装置より構成されるものとする。解図 2.1.3 に荷重装置の参考例、解図 2.1.4 に荷重計測装置の例、解図 2.1.5 に変位測定装置の参考例を示す。

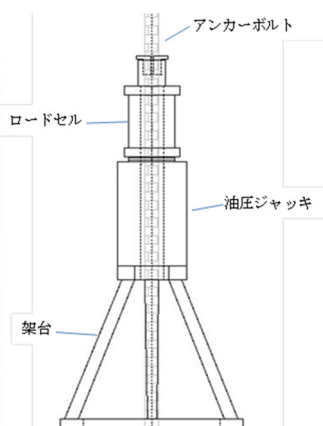
(a) 荷重装置

荷重装置は、接着系あと施工アンカーに引張力を与える加力装置と、その反力を支える反力台から構成される。加力装置は、接着系あと施工アンカーを中心位置に設置し、加力は接着系あと施工アンカーの軸線に沿って安定した状態で引張力を与えられるような装置とする。また、接着系あと施工アンカーの引張耐力に対して十分な強度・剛性を持ち、引張力を円滑に作用させることができるものとする。アンカー筋と荷重用のロッドを強固に接続した状態で油圧ジャッキを用いて加力する。油圧ジャッキの下部には球座を置く(解図 2.1.3 の参考例は、アンカー筋を異形鉄筋用のチャックで掴んで引張力を加えている)。

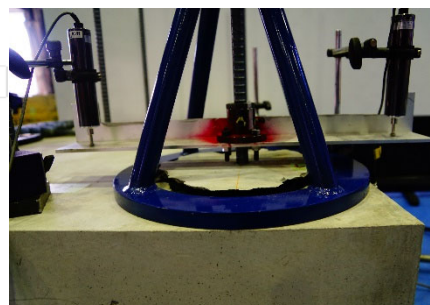
反力台は、想定される最大引張強度に対して十分な強度と剛性を有するものとする。反力台による支持点反力は、アンカーの固着性能に影響を及ぼすため、反力台脚部の内法間隔は、接着系あと施工アンカーの埋込み長さの 2 倍以上を原則とする(解図 2.1.3 の参考例は、D19 の埋込み長さ 95 mm に対して内法直径が 300 mm の円形反力台である)。ただし、埋込み深さが深く、明らかに鉄筋が降伏すると考えられる場合には、適切な距離を試験等により確認することで間隔を短くできるものとする。



解図 2.1.3 荷重装置の例



解図 2.1.4 荷重計測装置の例



解図 2.1.5 変位測定装置の例

(b) 荷重計測装置

荷重を計測する装置は、接着系あと施工アンカーに加えられた引張荷重を常にまたは定期的に、かつ正確に計測できるものでなければならない。精度のよいロードセルなどを用いて計測する必要がある。計測装置の精度は $\pm 1.5\%$ 以内とし、最小読み取り値で最大引張荷重の $1/20(5\%)$ 以下の荷重を計測できるものとする。

(c) 変位測定装置

変位を測定する装置は、接着系あと施工アンカーの軸方向変位(以下、アンカー軸方向変位という。)を常にまたは定期的に、かつ正確に測定できるものでなければならない。このため、精度のよい変位計等を用いて測定する。測定装置の精度は $\pm 0.02 \text{ mm}$ 以内とする。

変位測定装置は、載荷装置から独立して設け、アンカー軸方向変位は、少なくとも左右対称に 2 か所で測定する(解図 2.1.5 に示すアンカー軸方向変位には、アンカー筋の伸び変位も含んでいるため、供試体表面からの測定位置を、適宜、決める必要がある。)。また、供試体表面での変位計固定位置は、想定されるコーン状破壊領域外とし、固定箇所は供試体の表面あるいは側面としてよい。

(2) 試験方法

荷重を計測する装置は油圧ジャッキ等を用いて毎秒 $0.50 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$ の速度で載荷する。載荷および測定は、最大荷重を記録した後、試験体が破壊するまで載荷を継続する。データロガーの測定間隔は 1 秒もしくはそれ以下が望ましい。【付録 3】に接着系あと施工アンカーの引張・せん断試験時の載荷速度が試験結果に与える影響をまとめているので参照されたい。

(3) 環境条件

試験は、原則 $5 \sim 35^\circ\text{C}$ 環境下の試験室内で行う。屋外で実施する場合は、室内と同等な環境下で行えるよう適宜対策を施す。

試験時の環境条件は、特に有機系の樹脂に影響を与える可能性があるため、気温が管理された試験室内で実施する。試験体は、予め試験時の温度と同じ条件で養生しておき、室温と同程度とする。また、特殊な環境に曝される環境で使用されることが想定される場合には、想定される温度での試験を行う。特に、エポキシ樹脂については、 40°C を超える範囲での使用が想定される場合には想定される環境条件での試験を実施する。

2.1.1.4 試験結果の整理

(1) 引張強度の評価

接着系あと施工アンカーの終局引張耐力は、破壊形式に応じて(2.1.1)式から(2.1.3)式による計算値に対して 95%以上の信頼性を有することを確認する。破壊形式が混在した場合、または判別できない場合には、(2.1.1)式から(2.1.3)式による計算値の最小値 T_{mc} に対して 95%以上の信頼性を有することを確認する。

(a) コーン状破壊したアンカーの終局引張耐力計算値

$$T_{cc} = 0.23 \sqrt{\sigma_B} \cdot A_c \quad \text{..... (2.1.1)式}$$

ここで、 T_{cc} :コーン状破壊した接着系あと施工アンカーの終局引張耐力計算値(N)

σ_B :試験体コンクリートの試験実施日の圧縮強度(N/mm²)

A_c :コーン状破壊面の有効水平投影面積(mm²)で、次式による。

$$A_c = \pi \cdot \ell_e \cdot (\ell_e + d_a)$$

ℓ_e :アンカー筋の有効埋込み長さ(mm)で次式による. アンカー筋先端形状を寸切りとしない場合には, 形状に応じた有効埋込み長さを採用する.

$$\ell_e = L$$

L :アンカー筋の埋込み長さ

d_a :アンカー筋の呼び名(mm)で, 異形鉄筋の場合, 呼び名に用いた数値.

(b) 付着破壊したアンカーの終局引張耐力計算値

$$T_{cb} = \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot \ell_e \quad \dots\dots\dots (2.1.2) \text{式}$$

ここで, T_{cb} :付着破壊した接着系あと施工アンカーの終局引張耐力計算値(N)

τ_a :接着系あと施工アンカーの付着強度信頼値(N/mm²)で, 次式による.

$$\tau_a = 10 \sqrt{\frac{\sigma_B}{21}} \quad \text{または} \quad 15 \sqrt{\frac{\sigma_B}{21}}$$

ℓ_e, d_a : (2.1.1)式の記号の説明による.

(c) アンカー筋が破壊したアンカーの終局引張耐力計算値

$$T_{mu} = m\sigma_u \cdot s a_e \quad \dots\dots\dots (2.1.3) \text{式}$$

ここで, T_{mu} :アンカー筋が引張破断したアンカーの終局引張耐力計算値(N)

$m\sigma_u$:アンカー筋の引張強さ(N/mm²)

$$m\sigma_u = 1.1 \sigma_y$$

σ_y :アンカー筋の規格降伏点(N/mm²)

$s a_e$:アンカー筋の公称断面積(mm²)

(d) 95%以上の終局引張耐力の信頼性は, 試験体母材コンクリート圧縮強度の水準毎にばらつきを考慮できる式を用いて確認する. 例えば, スチューデントの t 分布仮定は上記条件を満足する式であることから, 次式を満たすことにより確認できる.

$$X_{mean} - t \cdot s \geq 1.0 \quad \dots\dots\dots (2.1.4) \text{式}$$

ここで, X_{mean} : (試験値/終局引張耐力計算値)の平均値で, 次式による.

$$X_{mean} = \sum_{i=1}^N X_i / N \quad \dots\dots\dots (2.1.5) \text{式}$$

X_i : (試験値/終局引張耐力計算値)

N : 試験体数

t : (試験値/終局引張耐力計算値)の分布形状で, t 分布表において片側95%の信頼限界を与える数値($N=5$ の時 $t=2.132$).

s : (試験値/終局引張耐力計算値)の標本標準偏差で, 次式による.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - X_{mean})^2}{N-1}} \quad \dots\dots\dots (2.1.6) \text{式}$$

(2) 引張剛性

接着系あと施工アンカーの軸方向変位量が, コンクリートの圧縮強度の水準毎, アンカー筋の種別・径毎に下記の条件を95%以上の信頼性にて満たすこと.

(a) $\min.\{2/3 \cdot T_{my}, 0.4T_{cc}, 0.4T_{cb}\}$ 時における軸方向の変位量 δ_{mean} が, 0.3 mm 以下(図 2.1.1)

(b) $\min.\{T_{my}, 0.6T_{cc}, 0.6T_{cb}\}$ 時における軸方向の変位量 δ_{mean} が, 1.0 mm 以下(図 2.1.1)

ここで, T_{my} :アンカー筋の降伏引張耐力(N)で, 次式による.

$$T_{my} = \sigma_y \cdot s a_e \quad \dots\dots\dots (2.1.7) \text{式}$$

σ_y, sae : (2.1.3)式の記号の説明による.

T_{cc} : (2.1.1)式による.

T_{cb} : (2.1.2)式による.

95%以上の軸方向変位量の信頼性は, 次式を満たすことにより確認する.

$$\delta_{mean} + t \cdot s \leq \delta_T \quad \dots\dots\dots (2.1.8)式$$

ここで, δ_{mean} : (a)および(b)に規定する荷重時における軸方向変位量の平均値(mm)

t : (a)および(b)に規定する荷重時における軸方向変位量の分布形状と試験体数に応じて 95%以上の信頼係数を与える数値で, t 分布表において片側 95%の信頼限界を与える数値($N=5$ の時 $t=2.132$).

s : (a)および(b)に規定する荷重時における軸方向変位量の標準偏差で, 次式による.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\delta_i - \delta_{mean})^2}{N-1}} \quad \dots\dots\dots (2.1.9)式$$

δ_i : (a)および(b)に規定する荷重時における試験体軸方向変位量(mm)

N : コンクリート圧縮強度の水準かつアンカー筋の種別・径毎の試験体数

δ_T : (a)および(b)に記載の荷重時における軸方向変位量規定値(mm)

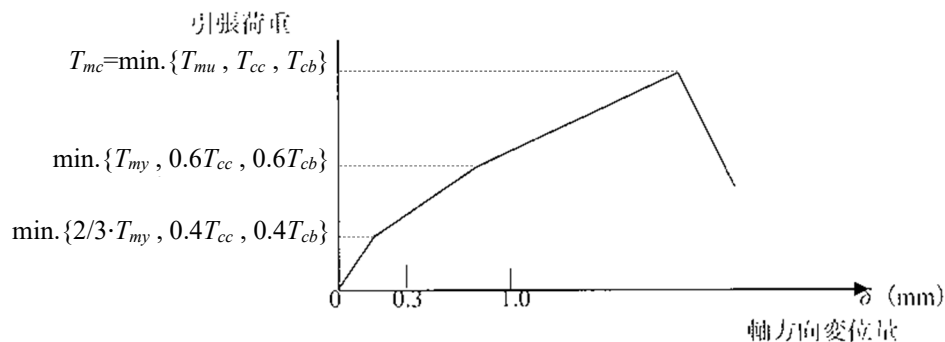


図 2.1.1 接着系あと施工アンカーの引張荷重～軸方向変位量関係模式図

〔解説〕

- (1) 接着系あと施工アンカー筋の引張に対する強度評価式は, 平成 18 年 7 月 7 日付け国住指第 1015 号「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針^{1.4)}」において, 接着系あと施工アンカーを用いて既存の架構内に鉄筋コンクリート増設壁を設置する, あるいは枠付き鉄骨ブレースを設置する工法を対象として示されており, ここでも同様の式を記載している.

また, 引張強度のばらつきはスチューデントの t 分布に従うと仮定して, 試験体本数との関係により 95% 信頼下限値を求め, 破壊形式に応じた(2.1.1)式から(2.1.3)式による計算値を満足するかどうかを評価することとした. 破壊形式が混在した場合, または判別できない場合には, (2.1.1)式から(2.1.3)式による計算値の最小値を満足するかどうかを評価する.

これまでの試験結果などから, 5 体の試験結果から得られる 95%信頼下限値により, 接着系あと施工アンカーの性能を評価できるものと工学的に判断した. また, 変動係数が極端に大きい場合には試験体の施工や試験の実施に問題があることも考えられるため, 変動係数が 15%を超えるような場合には, ばらつきの原因を調査し, 再試験を行う. ここで, 再試験を行う場合は新たに製作した 5 体以上の試験体で行い, ばらつきの大きかった試験体は試験体数に含まない. また, 試験体の数量を 5 体以上で実施した場合は, それに適した t 分布値を用いて評価してよい. 解表 2.1.1 に試験体数 N が 5 から 10 の場

合の 95%の信頼限界を与える数値 t を示す。

解表 2.1.1 95%の信頼限界を与える数値 t

試験体数 N	5	6	7	8	9	10
自由度 $(N-1)$	4	5	6	7	8	9
係数 t の値	2.132	2.015	1.943	1.895	1.860	1.833

- (2) 接着系あと施工アンカーの品質確認のために引張剛性が確保されていることを確認する。これらは(一社)日本建築あと施工アンカー協会の製品認証において実施されている方法を採用している。また、引張剛性のばらつきも引張強度同様に扱うこととしている。なお、アンカー筋の弾性変形のみでここに示す制限値を越える様な太径鉄筋を用いる場合には、別途値の見直しを適宜行う必要がある。

2.1.1.5 報告

試験終了後、性能試験実施者は以下の項目について報告する。

- (1) 性能試験実施者に関する事項(試験担当者の氏名・所属・保有資格)
- (2) 試験実施日程に関する事項(母材コンクリート打設、アンカー筋施工、引張試験実施)
- (3) 試験の対象とした製品に関する事項(申請者、製品名、ロット番号)
- (4) 母材コンクリートに関する事項(レディーミクストコンクリート製造者等、調合および使用材料、打設後の養生、圧縮強度試験結果)
- (5) 引張試験結果(試験体ごとの荷重－変位曲線、最大耐力、引張強度、引張剛性、破壊モード、破壊状況写真)
- (6) 引張試験の計算結果(引張強度の平均値および 95%信頼下限値、引張剛性の平均値および 95%信頼下限値)
- (7) 試験体製作時の施工品質管理データ
- (8) その他試験実施における特記事項

〔解説〕

- (1) 適切な施工ができていることを示すために、性能試験実施者の保有している資格を明記する。
- (2) 試験実施時の母材コンクリートの材令を明示する。
- (3) あと施工アンカー製品に関する事項として、申請者である製造会社名称、製品名称とそのロット番号を明示する。
- (4) 打設したコンクリートが品質基準に適合するものであることや、打設後の圧縮強度試験結果について報告すること。また、低強度コンクリートを用いた場合は、試し練りの結果や施工性に関する情報も報告すること。
- (5) 各試験体の最大耐力、引張強度、引張剛性、破壊モード等を明示し、荷重－変位曲線および破壊状況写真を添付すること。
- (6) 各試験結果から引張強度の平均値および 95%信頼下限値、引張剛性の平均値および 95%信頼下限値等を計算し、その結果を明示すること。
- (7) 接着系あと施工アンカー施工時の施工品質管理データとして、**1.2.5 項(9)**施工品質管理に示す項目について記載すること。
- (8) 再試験を実施した場合、その原因について記載すること。

2.1.2 接着系あと施工アンカーの付着試験方法

2.1.2.1 総則

(1) 目的

本試験方法は、接着系あと施工アンカーが保有するコンクリートとアンカー筋の付着強度を測定し、必要な付着強度を有していることを確認するために行う。

(2) 適用範囲

本試験の適用対象とする接着系あと施工アンカーは、アンカー筋として、異形鉄筋の D10～D25 の呼び名の範囲で、申請者が申請する範囲とする。

(3) 性能試験実施者および申請者

本試験方法により試験を行う者(試験実施者)は、接着系あと施工アンカーの付着試験を適切に実施でき、かつ第三者的な立場で試験を実施し、その結果を報告できる者でなければならない。申請者は、あと施工アンカー製品の製造者もしくはその接着系あと施工アンカーを用いて工事を行う者またはその代理者とする。

〔解説〕

- (1) 本評定方法は、接着系あと施工アンカーを構造部材に適用する場合に、接着系あと施工アンカーに求められる付着性能を有していることを確認するための試験方法とその評定方法について示したものである。接着系あと施工アンカーおよび接着系あと施工アンカーを用いた構造部材が所要の構造性能を有することの妥当性を評価する場合には、本試験方法に従って評定を行うことを前提としている。
- (2) 本試験方法で想定している構造部材に適用される接着系あと施工アンカーは、**解表 1.1.2**、**解表 1.1.3** に示すような壁筋やスラブ筋等の一部として、鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いるアンカー筋である。したがって、適用するアンカー筋の径は、異形鉄筋とし、呼び名は D10～D25 の範囲とした。
- (3) 本試験における試験実施者とは、性能評定のための試験を適切に実施できる者を指し、試験結果を参照し、性能評定業務などを行う性能評定機関とは異なる者で、下記の条件を満たす第三者機関の雇用者とする。
 - (a) ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。
 - (b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。
 - (c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。また、適切に試験を実施できること。また、ここでの申請者については、あと施工アンカー製品の製造者のほか、当該接着系あと施工アンカーを使用して改修工事を行う場合の建物の所有者、設計者、施工者などが想定される。

2.1.2.2 試験の対象および試験体

(1) アンカー筋

付着試験において使用するアンカー筋は、申請者が申請する範囲を対象とし、試験実施者が指定するものを用いる。

(2) 母材コンクリート

(a) 対象

普通コンクリートおよび軽量コンクリート 1 種とする。

(b) 圧縮強度

圧縮強度の範囲は、試験実施時において $18 \sim 24 \text{ N/mm}^2$ および $30 \sim 36 \text{ N/mm}^2$ の範囲とし、それぞれの強度範囲において評価を行う。適用範囲に低強度コンクリート (13.5 N/mm^2 以上 18 N/mm^2 未満) を含む場合は、その範囲も対象として評価を行う。圧縮強度の確認は、母材コンクリートと同じ養生条件とした円柱供試体 ($\phi 100 \times 200 \text{ mm}$) により、付着試験を実施する材齢と同時に試験を行う。

(c) 養生

母材コンクリート打込み後、所定の強度に達したことが確認された後に接着系あと施工アンカーの施工を行う。母材コンクリートの養生環境は、常温の室内とする。

(3) 試験体

(a) 形状および寸法

付着強度を確認する試験体は、内径 $\phi 200 \times 5d_a(\text{mm})$ (d_a : アンカー筋の呼び名) の鋼管 ($t=8 \text{ mm}$ 程度) とし、打設したコンクリートの中央にアンカー筋を垂直に施工したものとする。アンカー筋の端部(自由端)は母材コンクリート面から突出もしくは同一面とする。アンカー筋の載荷側には座堀等を設けず、試験体の高さを有効付着長さとするを標準とする。座堀深さがあらかじめ正確に求められる場合は座堀を有した試験体としてもよいが、この場合も有効付着長さは、原則としてアンカー筋径の 5 倍以上を確保するものとする。

(b) 製作方法

試験体の製作は、性能試験実施者が責任を持って管理し、母材コンクリートの製作、試験体の養生等を行う。アンカー筋の施工は、申請者が示す施工要領に従い申請者などが施工する。申請者などがアンカー筋の施工を行う際は、性能試験実施者は必ず施工に立ち会い、施工要領に従って施工されているかについて確認する。施工時および養生時の環境は、 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ の室内環境とする。

(c) 製作精度

試験体のコンクリート部分の高さは、所定の寸法の $\pm 3 \text{ mm}$ 以内とし、測定した高さを有効埋込み長さとする。穿孔径は製造者が指定する誤差の範囲であることを確認する。アンカー筋の倒れは、載荷面の法線に対して 2 度以内とする。

(d) 試験体数量

5 体とする。

〔解説〕

- (1) 試験を行うアンカー筋は、原則として最小径および最大径を対象とする。ただし、適用範囲が広い場合には、径と付着強度の関係の傾向が把握できるように選定する。アンカー筋は、付着試験において降伏や破断を生じないように高強度の異形鉄筋を用いる。細径の場合は、SD785R などの高強度鉄筋を用い、JIG G 3112(鉄筋コンクリート用異形棒鋼)の規定による節の形状と同等のものを用いる。太径の場合はねじ節の高強度鉄筋を用いてもよい。
- (2) 試験体の母材コンクリートは、性能評定を受けようとする強度に応じたコンクリートとしなければならない。ただし、コンクリートの強度にはばらつきも生じることから、一定の幅を持った範囲とした。ここでの圧縮強度は、試験体の母材コンクリートと同一バッチで同様の養生環境としたコンクリート供試体の強度とす

る。また、コンクリートの種類は普通コンクリートとしているが、適用する部位のコンクリートが軽量コンクリート 1 種である場合は、適用対象のコンクリートを考慮し、できるだけその材料および品質に近いものを用いるようにする。

母材コンクリートの製造は、JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の規格等の品質基準に適合するものであることを確認する。例えば、JIS A 5308 の製品認証を取得しているレディーミクストコンクリート工場で製造されたものとする。コンクリートのスランプ、空気量などのフレッシュ性状は、建築工事で一般に使用されている範囲(例えば、スランプ 18 cm, 空気量 4.5%)とし、型枠内に適切に打ち込めるワーカビリティを有するものとする。なお、本ガイドラインにて対象とする低強度コンクリートは、これまでに耐震補強技術の開発等において十分な施工実績がある範囲として、最低値を 13.5 N/mm^2 としている。ここで低強度コンクリートを用いる場合は、事前に試し練りを実施し、目標の強度となることに加え、施工性が確保できる^{*}ことを確認する。なお、低強度コンクリートの製造は、粉体状の材料の増量や、水セメント比の増大などの方法がある^{2.1.2.2)}。

※ 施工性が確保できるとは、以下を満たすことをいう。

- ・ スランプ : $15 \pm 2.5 \text{ cm}$ または $18 \pm 2.5 \text{ cm}$
- ・ 空気量 : $4.5 \pm 1.5 \%$
- ・ 単位粉体量(セメントやそれに代わる粉体状の材料の分量) : 270 kg/m^3 以上
- ・ 材料分離がないことを目視確認(JIS A 1160 を参照)

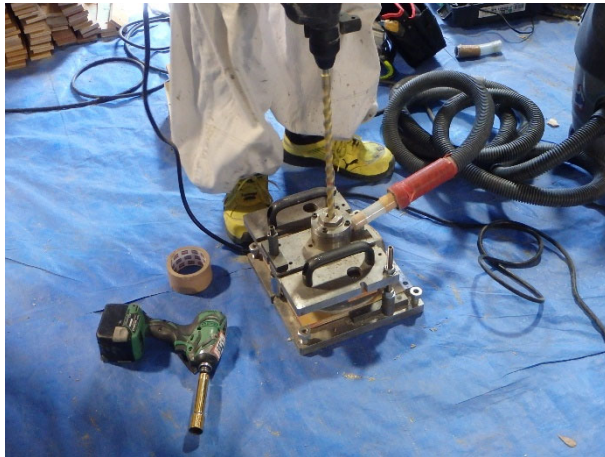
母材コンクリートの養生期間は、所定の強度範囲となる期間でできるだけ材齢を長く確保することが望ましい。また、コンクリート打込み後、アンカーの施工までの期間は少なくとも 7 日以上とする。養生方法は、 $20 \pm 5^\circ \text{C}$ の室内とした。

- (3) 試験体の形状は、鋼管で拘束した円柱形のコンクリートの中央にアンカー筋を施工したものとする。鋼管の内径は直径 200 mm 程度とし、その厚さは 8 mm 程度とする。アンカー筋にねじ節 D25 を用いた鋼管厚さ(8.2 mm, 10.3 mm)の異なる試験体において、鋼管厚の違いが付着強度に与える大きな影響は確認されていない^{2.3)}ことから、アンカー筋の径により鋼管の径や厚さを変える必要はないものとした。円柱の高さはアンカー筋の径によって異なり、原則として鉄筋径の 5 倍とする。ただし、鉄筋径が細くなると付着破壊とならない場合があるので、適宜鋼管の高さを低くしてもよい。低強度コンクリートを用いる場合等、あらかじめコンクリートの打設上面の品質が悪くなることが予想される場合には座掘りを設けること。その際、座掘りの深さをあらかじめ測定し、座掘り部分の高さを除いた試験体の高さが鉄筋径の 5 倍を確保できる形状とする。

試験体の製作は、性能試験実施者の責任において製作する。ただし、アンカー筋の施工については、申請者もしくは申請者が指定する者が行うこととし、性能試験実施者は、申請者が定めた施工要領に準じて施工が実施されているかについて必ず立ち会いでの確認を行う。養生条件は室内で試験時の環境と同様とした。

試験体の製作では、載荷面に対して垂直に穿孔および接着系あと施工アンカー打設を行うための治具等を用いて施工するとよい。垂直に穿孔するための治具および施工時に垂直を保持するための治具の例を解図 2.1.6、解図 2.1.7 に示す。

試験結果の変動係数が極端に大きい場合には、「2.1.2.4 試験結果の整理」に従い再試験を実施する。



解図 2.1.6 穿孔用治具の例



解図 2.1.7 アンカー施工用治具の例

2.1.2.3 試験方法

(1) 拘束条件

穿孔径の 1.5 ± 0.25 倍の開孔を有する支圧板を用い、載荷面のコンクリートを拘束状態として載荷する。

(2) 環境条件

$20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ の試験室内で試験を行う。なお、特殊な環境下において使用することを想定した場合には、当該温度条件において試験を行う。

(3) 加力・計測方法

(a) 加力装置

図 2.1.2 の例を参考にし、試験体の載荷面に支圧板を置き、アンカー筋と載荷用のロッドを強固に接続した状態で油圧ジャッキを用いて加力する。油圧ジャッキの下部には球座を置く。なお、図 2.1.2 に示す装置と同様の加力ができる場合は、これによらない装置を用いることもできる。

(b) 加力方法

油圧ジャッキ等を用いて毎秒 $0.50 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$ 程度の速度で載荷する。載荷および測定は、最大荷重を記録した後、荷重が最大荷重から 10% 程度低下するまで継続する。

(c) 計測方法

載荷中の荷重および自由端変位を連続的に測定する。変位測定装置は、接着系あと施工アンカーの軸方向の変位を正確に測定できるもので、想定される最大変位を十分上回る容量をもち、測定精度が $\pm 0.02 \text{ mm}$ 以内を有するものとする。

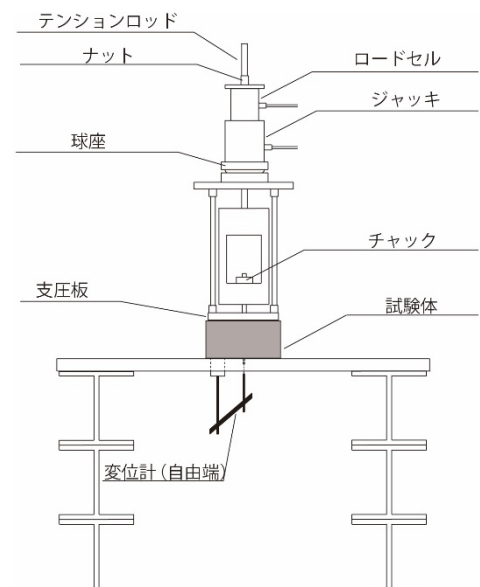


図 2.1.2 加力装置および測定位置の例

〔解説〕

- (1) 試験は、加力面に十分な剛性を持つ支圧板を置き、支圧板に設けた開孔にアンカー筋を通すことにより拘束状態で実施する。支圧板の開孔部の径は穿孔径に対して 1.5 倍程度とし、例えば穿孔径が 16 mm の場合は、開孔部の径は $24 \pm 4 \text{ mm}$ となる。この範囲であれば試験結果に影響が無いことが確認さ

れている。

- (2) 試験時の環境条件は、特に有機系の樹脂に影響を与える可能性があるため、気温が管理された試験室内で実施する。試験体は、予め試験時の温度と同じ条件で養生しておき、室温と同程度とする。また、特殊な環境に曝される環境で使用されることが想定される場合には、想定される温度での試験を行う。特に、エポキシ樹脂については、40℃を超える範囲での使用が想定される場合には想定される環境条件での試験を実施する。
- (3) 加力および計測は、油圧ジャッキ等を用いて毎秒 0.50～3.0 N/mm² の速度で加力し、センターホール型ロードセル、変位計、データロガー等を用いて、荷重と自由端の変位を連続的に記録する。自由端変位は、試験体の変形の影響を受けないよう、裏面を基準として測定する。データロガーの測定間隔は 1 秒もしくはそれ以下が望ましい。最大荷重を記憶した後、アンカー筋のすべりが生じ、耐力が確実に低下することを確認するため、最大荷重から 10%程度以上荷重が低下したことを確認してから載荷を終了する。なお、最大荷重時の変位が大きくなった場合には再度試験を行うか、または、安全側の評価となるように配慮する。【付録 3】に接着系あと施工アンカーの引張・せん断試験時の載荷速度が試験結果に与える影響をまとめているので参照されたい。

2.1.2.4 試験結果の整理

(1) 付着強度の評価

付着強度の評価は試験体母材コンクリート圧縮強度の水準毎にばらつきを考慮できる式を用いて確認する。例えば、スチューデントの t 分布仮定は上記条件を満足する式であることから、付着試験の結果は、(2.1.10)式～(2.1.13)式によって、付着強度の 95%信頼下限値を求め、その値が基準付着強度を満足するか否かを(2.1.14)式によって評価できる。

$$\tau_n = \frac{P_{max}}{\pi \cdot d_a \cdot l_e} \cdot \sqrt{\frac{21}{\sigma_B}} \dots\dots\dots (2.1.10)式$$

$$\tau_{ave} = \frac{\sum_{n=1}^N \tau_n}{N} \dots\dots\dots (2.1.11)式$$

$$\tau_{0.95} = \tau_{ave} - t \cdot S \dots\dots\dots (2.1.12)式$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (\tau_{ave} - \tau_n)^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2.1.13)式$$

$$\tau_{0.95} \geq F \dots\dots\dots (2.1.14)式$$

ここで、
 τ_n : 個々の試験における付着強度(N/mm²)
 τ_{ave} : 平均付着強度(N/mm²)
 $\tau_{0.95}$: 付着強度の 95%信頼限界値(N/mm²)
 S : τ_n の標準偏差(N/mm²)
 F : 基準付着強度、15 N/mm²もしくは 10 N/mm²より申請者が選択する
 σ_B : 試験体と同養生された母材コンクリートの圧縮強度(ただし、 $\sigma_B < 21$ の場合は $\sigma_B = 21$ N/mm²)
 P_{max} : 付着試験における最大荷重(N)

d_a : アンカー筋の呼び名(mm)
 ℓ_e : アンカー筋の有効埋め込み長さ(mm)
 N : 試験体数
 t : t 分布表において片側 95%の信頼限界を与える数値($N=5$ の時 $t=2.132$).

(2) 最大荷重時の変位(終局引張剛性)の算定

試験によって得られた最大荷重時の変位の平均値を(2.1.15)式により求める.

$$\max \delta_{ave} = \frac{\sum_{n=1}^N \max \delta_n}{N} \dots\dots\dots (2.1.15) \text{式}$$

ここで, $\max \delta_{ave}$: 最大荷重時の変位の平均値(mm)
 $\max \delta_n$: 個々の試験における最大荷重時の自由端変位(mm)
 N : 試験体数

〔解説〕

(1) 既往の試験結果により, (2.1.10)式によれば安全側の値となることが確認されている. また, 圧縮強度が 21 N/mm² を下回る場合は, 付着強度が低下することから, 評価に当たって付着強度の割り増しが考えられるが, 安全側の評価のため, ここでは付着強度の割り増しはせずに, 母材コンクリートの強度を 21 N/mm² として取り扱うこととした.

また, 付着強度のばらつきはスチューデントの t 分布に従うと仮定して, 試験体本数との関係により 95% 信頼下限値を求め, それが申請者が選択した基準付着強度を満足するかどうかを評価することとした. これまでの試験結果などから, 5 体の試験結果から得られる 95%信頼下限値により, 接着系あと施工アンカーの性能を評価できるものと工学的に判断した. また, 変動係数が極端に大きい場合には試験体の施工や試験の実施に問題があることも考えられるため, 変動係数が 15%を超えるような場合には, ばらつきの原因を調査し, 再試験を行う. ここで, 再試験を行う場合は新たに製作した 5 体以上の試験体で行い, ばらつきの大きかった試験体は試験体数に含まない. また, 試験体の数量を 5 体以上で実施した場合は, それに適した t 分布値を用いて評価してよい. 解表 2.1.2 に試験体数 N が 5 から 10 の場合の 95%の信頼限界を与える数値 t を示す.

解表 2.1.2 95%の信頼限界を与える数値 t

試験体数 N	5	6	7	8	9	10
自由度 ($N-1$)	4	5	6	7	8	9
係数 t の値	2.132	2.015	1.943	1.895	1.860	1.833

(2) 最大荷重時の変位は, 長期载荷に関する評価において評価の基準となる値であり, 同様の試験体を用いた付着試験の結果から求めておく. 接着系あと施工アンカーによっては, 最大荷重を記録した後も荷重が低下せず, 変位だけが大きくなり, その後再度荷重が大きくなる場合があるが, このような場合には, 荷重－変位曲線が最初のピークを示した時点の変位を最大荷重時の変位として扱う.

2.1.2.5 報告

試験終了後, 性能試験実施者は以下の項目について報告する.

- (1) 性能試験実施者に関する事項(試験担当者の氏名・所属)
- (2) 試験実施日程に関する事項(母材コンクリート打設, アンカー筋施工, 付着試験実施)
- (3) 試験の対象とした製品に関する事項(申請者, 製品名, ロット番号, 基準付着強度の申請値)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">(4) 母材コンクリートに関する事項(レディーミクストコンクリート製造者等, 調合および使用材料, 打設後の養生条件, 圧縮強度試験結果)(5) 付着試験結果(試験体ごとの荷重－自由端変位曲線, 最大耐力, 付着強度, 最大荷重時の変位)(6) 付着試験の計算結果(付着強度の平均値および 95%信頼下限値, 最大荷重時の変位の平均値, 基準付着強度の判定結果)(7) 試験体製作時の施工品質管理データ(8) その他試験実施における特記事項 |
|--|

〔解説〕

- (1) 適切な施工ができていることを示すために, 性能試験実施者の保有している資格を明記する.
- (2) 試験実施時の母材コンクリートの材令を明示する.
- (3) あと施工アンカー製品に関する事項として, 申請者である製造会社名称, 製品名称とそのロット番号および申請する基準付着強度を明示する.
- (4) 打設したコンクリートが品質基準に適合するものであることや, 打設後の圧縮強度試験結果について報告すること. また, 低強度コンクリートを用いた場合は, 試し練りの結果や施工性に関する情報も報告すること.
- (5) 各試験体の最大耐力, 付着強度, 最大荷重時の変位等を明示し, 荷重－自由端変位曲線および破壊状況写真を添付すること.
- (6) 各試験結果から付着強度の平均値および 95%信頼下限値, 最大荷重時の変位の平均値等を計算し, その結果および基準付着強度の判定結果を明示すること.
- (7) 接着系あと施工アンカー施工時の施工品質管理データとして, **1.2.5 項(9)**施工品質管理に示す項目について記載すること.
- (8) 再試験を実施した場合, その原因について記載すること.

2.2 セン断応力に対する性能試験

2.2.1 接着系あと施工アンカーのせん断試験方法

2.2.1.1 総則

(1) 目的

本評定方法は、接着系あと施工アンカーのせん断試験を実施することによって、強度とその時のせん断変形量を測定し、その接着系あと施工アンカーが必要な終局せん断耐力およびせん断剛性を有していることを確認するために行う。

(2) 適用範囲

本試験の適用対象とする接着系あと施工アンカーは、アンカー筋の径として、異形鉄筋の D10～D25 の呼び名の範囲で、申請者が申請する範囲とする。

(3) 性能試験実施者および申請者

本試験方法により試験を行う者(試験実施者)は、接着系あと施工アンカーのせん断試験を適切に実施でき、かつ第三者的な立場で試験を実施し、その結果を報告できる者でなければならない。申請者は、あと施工アンカー製品の製造者もしくはその接着系あと施工アンカーを用いて工事を行う者またはその代理者とする。

〔解説〕

- (1) 本評定方法は、接着系あと施工アンカーを構造部材に適用する場合に、接着系あと施工アンカーに求められるせん断性能を有していることを確認するための試験方法とその評定方法について示したものである。接着系あと施工アンカーおよび接着系あと施工アンカーを用いた構造部材が所要の構造性能を有することの妥当性を評価する場合には、本試験方法に従って評定を行うことを前提としている。
- (2) 本試験方法で想定している構造部材に適用される接着系あと施工アンカーは、**解表 1.1.2**、**解表 1.1.3** に示すような壁開口補強筋やスラブ筋の一部として、鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いるアンカー筋である。したがって、適用するアンカー筋の径は、D10～D25 の範囲とした。
- (3) 本試験における試験実施者とは、性能評定のための試験を適切に実施できる者を指し、試験結果を参照し、性能評定業務などを行う性能評定機関とは異なる者で、下記の条件を満たす第三者機関の雇用者とする。
 - (a) ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。
 - (b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。
 - (c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。また、適切に試験を実施できること。また、ここでの申請者については、あと施工アンカー製品の製造者のほか、当該接着系あと施工アンカーを使用して改修工事を行う場合の所有者、設計者、施工者などが想定される。

2.2.1.2 試験の対象および試験体

(1) アンカー筋

せん断試験において使用するアンカー筋は、異形鉄筋(JIS G 3112 適合品)とする。

(2) 母材コンクリート

(a) 対象

普通コンクリートおよび軽量コンクリート 1 種を対象とする。

(b) 圧縮強度

圧縮強度の範囲は、試験実施時において $18 \sim 24 \text{ N/mm}^2$ および $30 \sim 36 \text{ N/mm}^2$ の範囲とし、それぞれの強度範囲において評価を行う。適用範囲に低強度コンクリート(13.5 N/mm^2 以上 18 N/mm^2 未満)を含む場合は、その範囲も対象として評価を行う。圧縮強度の確認は、母材コンクリートと同じ養生条件とした円柱供試体($\phi 100 \times 200 \text{ mm}$)により、せん断試験を実施する材齢と同時に試験を行う。

(c) 養生

母材コンクリート打込み後、所定の強度に達したことが確認された後にアンカーの施工を行う。母材コンクリートの養生環境は、原則として常温の室内とする。ただし、屋外の場所で養生を行う場合は、日光の直射、急激な乾燥および寒気に対して適当な養生を行うものとする。

(3) 試験体

(a) 形状および寸法

試験体は、母材である供試体(以下、供試体)と固着した接着系あと施工アンカーから構成されるものとする。

供試体の形状は原則として矩形とし、ひび割れ等の生じていない健全な状態のものとする。供試体の最小厚さは、アンカーの埋込み長さの 2 倍もしくは埋込み長さに 100 mm を加味した厚さ以上とする。ただし、はしあき部分がコーン状破壊するような場合には、供試体の厚さをはしあき寸法の 1.5 倍以上とする。

接着系あと施工アンカーは、接着系あと施工アンカーのせん断性能に影響する接着系あと施工アンカー相互の干渉あるいは接着系あと施工アンカー周辺のコンクリートの影響などを排除した、はしあき、へりあきおよび接着系あと施工アンカー間隔を定めて、供試体に垂直に施工する。ただし、はしあき部分がコーン状破壊するような場合には、接着系あと施工アンカー間隔をはしあき寸法の 3 倍以上とする。

(b) 製作方法

試験体の製作は、性能試験実施者が責任を持って管理し、母材コンクリートの製作、試験体の養生等を行う。アンカー筋の施工は、申請者が示す施工要領に従い申請者などが施工する。申請者などがアンカー筋の施工を行う際、性能試験実施者は必ず施工に立ち会い施工要領に従って施工されているかについて確認する。施工時および養生時の環境は、 $5 \sim 35^\circ\text{C}$ の環境とする。

(c) 製作精度

接着系あと施工アンカーのコンクリート部分への埋込み長さは所定の長さの $\pm 3 \text{ mm}$ 以内とし、測定した長さを有効埋込み長さとする。穿孔径は製造者が指定する誤差の範囲であることを確認する。アンカー筋の倒れは、載荷面の法線に対して 2 度以内とする。

(d) 試験体数量

5 体とする。

〔解説〕

- (1) アンカー筋の径として、異形鉄筋で D10～D25 までの範囲での適用が想定される。その範囲において、申請者が適用を申請するすべての鉄筋径に対して試験を行う。アンカー筋の鋼種は申請者の申請の

内容に応じ、製品に用いるものと同じものを用いる。

- (2) 試験体の母材コンクリートは、性能評定を受けようとする強度に応じたコンクリートとしなければならない。ただし、コンクリートの強度にはばらつきも生じることから、一定の幅を持った範囲とした。ここでの圧縮強度は、試験体の母材コンクリートと同一バッチで同様の養生環境としたコンクリート供試体の強度とする。また、コンクリートの種類は普通コンクリートとしているが、適用する部位のコンクリートが軽量コンクリート 1 種である場合は、適用対象のコンクリートを考慮し、できるだけその材料および品質に近いものを用いるようにする。

母材コンクリートの製造は、JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の規格等の品質基準に適合するものであることを確認する。例えば、JIS A 5308 の製品認証を取得しているレディーミクストコンクリート工場で製造されたものとする。コンクリートのスランプ、空気量などのフレッシュ性は、建築工事で一般に使用されている範囲(例えば、スランプ 18 cm, 空気量 4.5%)とし、型枠内に適切に打ち込めるワーカビリティを有するものとする。なお、本ガイドラインにて対象とする低強度コンクリートは、これまでに耐震補強技術の開発等において十分な施工実績がある範囲として、最低値を 13.5 N/mm^2 としている。ここで低強度コンクリートを用いる場合は、事前に試し練りを実施し、目標の強度となることに加え、施工性が確保できる※ことを確認する。なお、低強度コンクリートの製造は、粉体状の材料の増量や、水セメント比の増大などの方法がある^{2.1.2.2)}。

※ 施工性が確保できるとは、以下を満たすことをいう。

- ・ スランプ : $15 \pm 2.5 \text{ cm}$ または $18 \pm 2.5 \text{ cm}$
- ・ 空気量 : $4.5 \pm 1.5 \%$
- ・ 単位粉体量(セメントやそれに代わる粉体状の材料の分量) : 270 kg/m^3 以上
- ・ 材料分離がないことを目視確認(JIS A 1160 を参照)

母材コンクリートの養生期間は、所定の強度範囲となる期間でできるだけ材齢を長く確保することが望ましい。また、コンクリート打込み後、接着系あと施工アンカーの打設までの期間は少なくとも 7 日以上とする。養生方法は、常温($5^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 程度)の環境とした。屋外の場所で養生を行う場合は、日光の直射、急激な乾燥および寒気に対して適当な養生を行うことなどにより、室内と同程度の環境とすることを原則とした。

- (3) 試験体は、母材である供試体(以下、供試体)と固着したアンカーから構成されるものとする。せん断試験を行う接着系あと施工アンカーを固着するコンクリート供試体の形状は、原則として矩形とし、ひび割れ等の生じていない健全な状態のものとする。試験体の最小厚さは接着系あと施工アンカーの埋込み長さの 2 倍もしくは埋込み長さに 100 mm を加味した厚さ以上とした。ただし、はしあき部分がコーン状破壊するような場合には、供試体の厚さははしあき寸法の 1.5 倍以上とした。

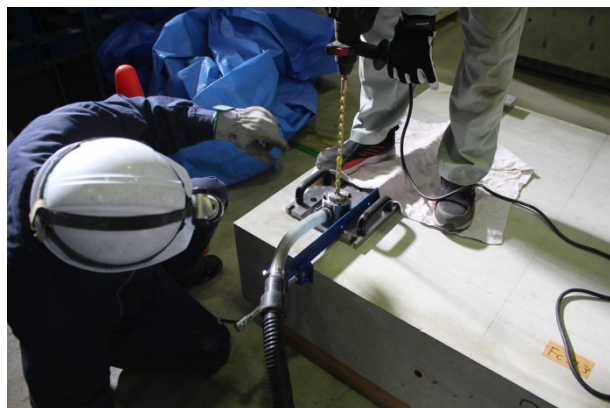
コンクリート供試体は、接着系あと施工アンカーの固着性能に影響する接着系あと施工アンカー相互の干渉あるいは接着系あと施工アンカー周辺のコンクリートの影響などを排除するため、接着系あと施工アンカー間隔を埋込み長さの 2 倍以上、はしあきおよびへりあきを埋込み長さの 1 倍以上とした。ただし、はしあき部分がコーン状破壊するような場合には、接着系あと施工アンカー間隔をはしあき寸法の 3.0 倍以上とした。

供試体の製作は、性能試験実施者の責任において製作する。ただし、アンカー筋の施工については、申請者もしくは申請者が指定する者が行うこととし、性能試験実施者は、申請者が定めた施工要領に準じて施工が実施されているかについて必ず立ち会いでの確認を行う。

試験体の製作は、載荷面に対して垂直に穿孔およびアンカー打設を行うための治具等を用いて施工

するとよい。垂直に穿孔するための治具および打設時に垂直を保持するための治具の例を解図 2.2.1, 解図 2.2.2 に示す。

試験結果の変動係数が極端に大きい場合には、「2.2.1.4 試験結果の整理」に従い再試験を実施する。



解図 2.2.1 穿孔用治具の例



解図 2.2.2 アンカー打設用治具の例

2.2.1.3 試験方法

(1) 試験装置

試験装置は、載荷装置、荷重計測装置、変位測定装置より構成されるものとする。

- (a) 載荷装置は接着系あと施工アンカーにせん断力を与える加力装置とその反力を支える反力装置から構成される。
- (b) 加力装置は接着系あと施工アンカーの軸方向に対して直角にせん断力を与えられるような機構とし、想定される最大せん断強度を十分上回る加力能力を有し、かつ連続的にせん断力を加えられるものとする。
- (c) 反力装置は、想定される最大せん断強度に対して十分な強度を有し、加力によってせん断力方向が変わらないような十分な剛性を有するものとする。

(2) 荷重計測装置

- (a) 荷重計測装置は、接着系あと施工アンカーに加えられたせん断力を正確に測定できるものとする。
- (b) 荷重計測装置は、想定される最大せん断力を十分上回る容量を持ち、計測装置の精度は $\pm 1.5\%$ 以内とし、最小読取り値で最大引張荷重の $1/20(5\%)$ 以下の荷重を計測できるものとする。

(3) 試験方法

試験は、以下の手順によって行う。

- (a) 載荷装置、荷重計測装置および変位測定装置をセットする。
- (b) 載荷速度は、平均増加率、毎秒 $0.50 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$ 程度で、接着系あと施工アンカーにせん断力を加える。
- (c) 荷重計測と変位測定は、同時に行い記録する。
- (d) 試験終了後、せん断破壊位置、破壊状況、取り付け鋼板取り付け面のせん断破壊状況を写真等により記録する。

(4) 環境条件

$5 \sim 35^\circ\text{C}$ の環境において試験を行う。なお、特殊な環境下において使用することを想定した場合には、当該温度条件において試験を行う。

〔解説〕

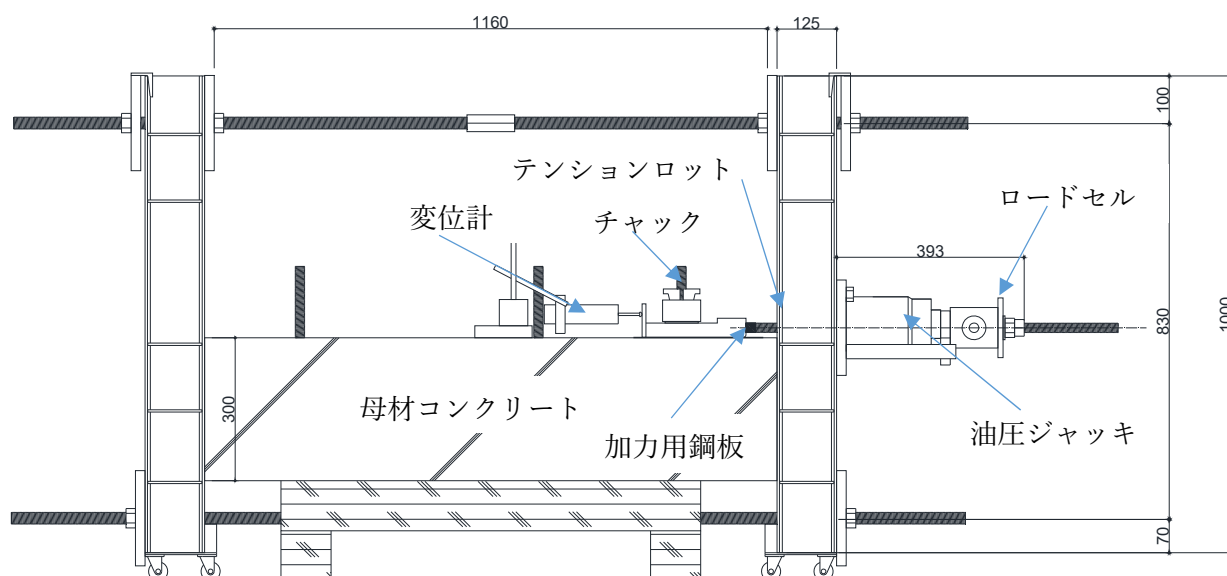
(1) 加力・計測方法

加力装置は、載荷装置、荷重計測装置、変位測定装置より構成されるものとする。解図 2.2.3 に載荷装置の参考例を示す。

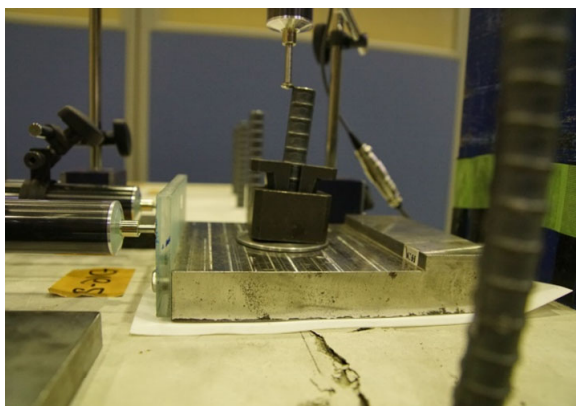
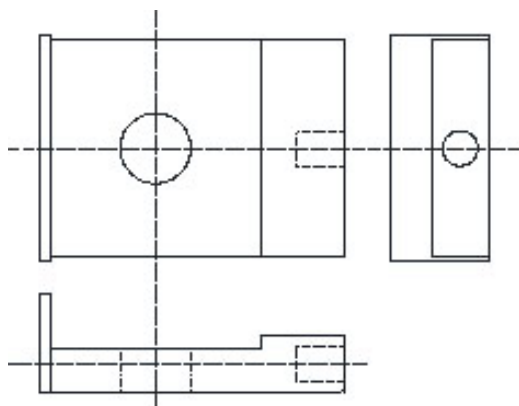
(a) 載荷装置

載荷装置は、接着系あと施工アンカーに加力するための加力用鋼板と接着系あと施工アンカーの軸方向に対して直角方向にせん断力を与えられる載荷部からなる加力装置と、その反力を支える反力装置から構成される。加力用鋼板の一例を解図 2.2.4 に示す。

接着系あと施工アンカーには加力用鋼板を介してせん断力を加えられるようにする。また、接着系あと施工アンカーに作用させるせん断力は一面せん断力とし、加力用鋼板は、接着系あと施工アンカー以外により面外方向に拘束されないようにする。加力用鋼板の孔径は、できるだけアンカー筋径に近いことが望ましく、加力用鋼板の板厚さおよび材質は、接着系あと施工アンカーの支圧に耐えられるように定める。(解表 2.2.1, 解表 2.2.2)



解図 2.2.3 載荷装置の例



解図 2.2.4 加力用鋼板の例

試験用アンカー筋により取り付ける鋼板の孔部分は、アンカー筋から大きな局部応力を受ける。そのため、試験時に用いられる加力用鋼板は、通常用いるSS400, SM490程度の材質では、数回の使用で、局部応力を受ける部分が大きく局部変形し使用に耐えられなくなるため、S45C, S50C, SCM435

などの高強度・高硬度材料が使われている。さらに、孔部分を保護する目的から孔部分のみ高強度・高硬度とする方式で試験されるようになってきた。したがって、加力用鋼板は、ブッシュを介し・同一の加力用鋼板で各種のサイズの接着系あと施工アンカーを試験してもよい。解図2.2.5にブッシュの例を示す。

加力用鋼板の各辺の長さは、孔を設けることによる応力集中に対して、十分な強度と剛性を有するように定める。また、せん断力方向に対しては、取り付け鋼板の回転が生じにくい長さで面外変形が生じにくい剛性とする。加力用鋼板の一辺の長さはアンカー筋径の3.0～8.0倍程度とする。

外力は、接着系あと施工アンカー軸方向に対し直角方向に、即ち、加力用鋼板の面内方向に作用させる。載荷部は、接着系あと施工アンカーをせん断破壊させるための十分な荷重と変位容量を有し、連続的に加力できる装置とする。

反力装置は、想定される最大せん断力に対して十分な強度を有し、加力によってせん断力方向が変わらないような十分な剛性を有するものとする。はしあき部分がコーン状破壊するような場合には、せん断力の加力軸から両側にアンカー寸法の1.5倍以上の間隔をあけて反力装置を設置するものとする。

解表 2.2.1 アンカー筋の径と取り付け鋼板の孔径(単位:mm)

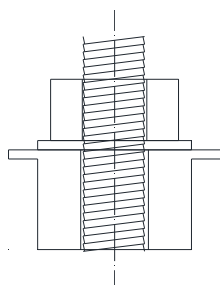
アンカー筋径*	D10(11)	D13(14)	D16(18)	D19(21)	D22(25)	D25(28)
取り付け鋼板孔径	12	16	20	23	27	30

*: ()内の値は異形鉄筋の最外径

解表 2.2.2 取り付け鋼板の板厚さ(単位:mm)

アンカー筋径	D10(11)	D13(14)	D16(18)	D19(21)	D22(25)	D25(28)
取り付け鋼板板厚*	13	15	20	25	30	38

*: 取り付け鋼板(SM490, $F = 330 \text{ N/mm}^2$), 接着系あと施工アンカーの最大せん断荷重 ($P_s = \sigma_u \times A_b / \sqrt{3}$ (σ_u : 引張強度, A_b : 断面積)), 取り付け鋼板孔部支圧強度 ($P_f = f_i \times d_a \times t$ (f_i : 支圧応力度 [$f_i \geq 1.2F$], d_a : アンカー筋径, t : 板厚)), $P_f \geq P_s$ となるように t を求めた。



解図 2.2.5 加力用鋼板のブッシュの例



解図 2.2.6 変位測定装置の例

(b) 荷重計測装置

荷重計測装置は、接着系あと施工アンカーに加えられたせん断力を常にまたは定期的に、かつ正確に計測できるものでなければならない。荷重計測装置は、信頼性のない許容以上の荷重計測をしないように、想定される最大せん断強度を十分上まわる容量を有するものを用いる。精度の良いロードセルなどを用いて測定する必要がある。計測装置の精度は $\pm 1.5\%$ 以内とし、最小読み取り値で最大せん断荷重の1/20(5%)以下の荷重を計測できるものとする。

(c) 変位測定装置

変位測定装置は、接着系あと施工アンカーのせん断力方向のせん断変位を常にまたは定期的に、かつ正確に測定できるものでなければならない。アンカー筋の抜け出し破断、コンクリートの支圧破壊を伴うアンカー筋のせん断破壊における最大せん断荷重時のせん断変位は大きな値を示すが、本せん断試験法では、接着系あと施工アンカーにより物をコンクリート構造物に取付けた場合のせん断力伝達性能を把握することに主眼を置いていることから、アンカー筋径程度のせん断変位量が測定できれば良いものとする。せん断変位測定装置の読み取りまたは記録精度は、アンカー筋径の1/500以下の公差のものとする。

変位測定装置の一例を解図 2.2.6 に示した。変位測定装置は、荷重装置から独立して設け、荷重の影響を受けないように設置する。接着系あと施工アンカー水平変位は、加カプレート水平変位量として良いが、可能な限りアンカーおよびコンクリート面に近い位置の水平変位量を測定するものとする。

(2) 試験方法

荷重を計測する装置は油圧ジャッキ等を用いて毎秒 0.50～3.0 N/mm² の速度で載荷する。載荷および測定は、試験体の破壊時まで、またはアンカー筋径程度のせん断変位量まで継続する。データロガーの測定間隔は 1 秒もしくはそれ以下が望ましい。【付録 3】に接着系あと施工アンカーの引張・せん断試験時の載荷速度が試験結果に与える影響をまとめているので参照されたい。

荷重および変位の測定は、せん断変位がアンカー筋径程度まで行う。ただし、最大荷重は測定する。荷重－せん断変位関係で剛性の変化点について、試験終了後に確認できるように、試験中も荷重－せん断変位関係をモニターするなどして、荷重とせん断変位の関係を正確に評価できるように測定を行う必要がある。また、鋼板のせん断スリップによる音の発生など、途中経過を記録する。

なお、解図 2.2.7 に試験で得られたせん断力(荷重)－せん断変形(変位)の関係の参考例を示す。通常、参考例で示した加力装置においては、加力用鋼板またはプッシュの孔においてアンカー筋と孔壁に隙間があるため、修正前の試験データのように加力初期時にアンカー筋が孔壁に接触するまでにスリップが生じる。ここでは、このスリップに関する修正方法を参考例として示す。接着系あと施工アンカーのせん断剛性に影響する要因はコンクリートの支圧強度(圧縮強度)と考えられる。したがって、データの補正は、試験実施者がアンカー筋を定着した母材コンクリートの支圧強度を評価する(解 2.2.1)式を用いて修正する。

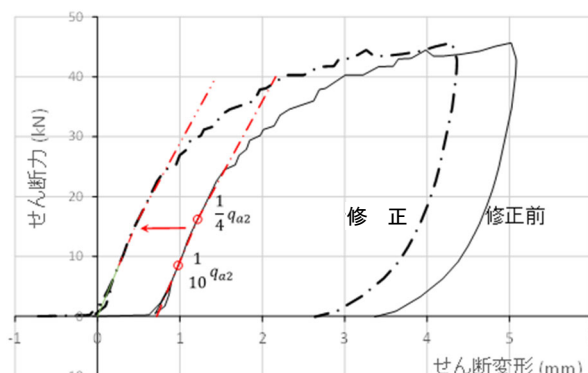
$$q_{a2} = 0.4\sqrt{\sigma_B \cdot E_c} \cdot sc a \quad \dots\dots\dots \text{(解 2.2.1)式}$$

ここで、 q_{a2} : 定着した母材コンクリートの支圧強度により決まる場合の接着系あと施工アンカー筋 1 本当たりのせん断耐力

σ_B : 試験体コンクリートの試験実施日の圧縮強度 (N/mm²)

E_c : 試験体コンクリートの試験実施日の静弾性係数 (N/mm²)で、圧縮強度より推定してもよい。

$sc a$: 接着系あと施工アンカー筋の断面積



解図 2.2.7 データの補正方法

データは、ほぼ弾性範囲であると思われる区間での剛性を $1/10q_{a2}$ と $1/4q_{a2}$ から求め、その剛性からせん断力が 0 の時のせん断変位を求め、求めた変位が原点になるようにデータを補正する。

(3) 環境条件

試験は、原則 5～35℃環境下の試験室内で行う。屋外で実施する場合は、室内と同等な環境下で行えるよう適宜対策を施す。

試験時の環境条件は、特に有機系の樹脂に影響を与える可能性があるため、気温が管理された試験室内で実施する。試験体は、予め試験時の温度と同じ条件で養生しておき、室温と同程度とする。また、特殊な環境に曝される環境で使用されることが想定される場合には、想定される温度での試験を行う。特に、エポキシ樹脂については、40℃を超える範囲での使用が想定される場合には想定される環境条件での試験を実施する。

2.2.1.4 試験結果の整理

(1) せん断耐力の評価

接着系あと施工アンカーの終局せん断耐力は、破壊形式に応じて(2.2.1)式および(2.2.2)式による計算値に対して 95%以上の信頼性を有することを確認する。破壊形式が混在した場合、または判別できない場合には、(2.2.1)式および(2.2.2)式による計算値の最小値 Q_{mc} に対して 95%以上の信頼性を有することを確認する。

(a) コンクリートが支圧破壊した時の接着系あと施工アンカーの終局せん断耐力計算値

$$Q_{cc} = 0.4 \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \cdot s a_e, \text{ただし, } 500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900 (\text{N/mm}^2) \quad \dots\dots\dots (2.2.1) \text{式}$$

ここで、 Q_{cc} :コンクリートが支圧破壊した時の接着系あと施工アンカーの終局せん断耐力計算値(N)

E_c :試験体コンクリートの試験実施日の静弾性係数(N/mm²)で、圧縮強度より推定してもよい。

σ_B :試験体コンクリートの試験実施日の圧縮強度(N/mm²)

$s a_e$:アンカー筋の公称断面積(mm²)

(b) アンカー筋が破断した時の接着系あと施工アンカーの終局せん断耐力計算値

$$Q_{mu} = \frac{m \sigma_u}{\sqrt{3}} \cdot s a_e \quad \dots\dots\dots (2.2.2) \text{式}$$

ここで、 Q_{mu} :アンカー筋が破断した時の接着系あと施工アンカーの終局せん断耐力計算値(N)

$m \sigma_u$:アンカー筋の規格引張強さ(N/mm²)

$s a_e$:アンカー筋の公称断面積(mm²)

(c) 95%以上の終局せん断耐力の信頼性は、試験体母材コンクリート圧縮強度の水準毎にばらつきを考慮できる式を用いて確認する。例えば、スチューデントの t 分布仮定は上記条件を満足する式であることから、次式を満たすことにより確認できる。

$$X_{mean} - t \cdot s \geq 1.0 \quad \dots\dots\dots (2.2.3) \text{式}$$

ここで、 X_{mean} : (試験値/終局せん断耐力計算値)の平均値で、(2.2.4)式による。

$$X_{mean} = \sum_{i=1}^N X_i / N \quad \dots\dots\dots (2.2.4) \text{式}$$

X_i : (試験値/終局せん断耐力計算値)

N : 試験体数

t : (試験値／終局せん断耐力計算値)の分布形状で、 t 分布表において片側 95%の信頼限界を与える数値($N=5$ の時 $t=2.132$)。

s : (試験値／終局線せん断耐力計算値)の標準偏差で、(2.2.5)式による。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - X_{mean})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (2.2.5)式$$

(2) せん断剛性

接着系あと施工アンカーの水平変位量が、コンクリートの圧縮強度の水準毎、アンカー筋の種別・呼び名ごとに下記の条件を 95%以上の信頼性にて満たすことを確認する。

(a) $0.6Q_{cc}$ 時または $0.6Q_{mu}$ における水平変位量が 3 mm 以下または $0.1d_a$ (d_a : アンカー筋呼び名)以下

ここで、 Q_{cc} : (2.2.1)式による計算値。

Q_{mu} : (2.2.2)式による計算値。

95%以上のせん断剛性の信頼性は、(2.2.6)式を満たすことにより確認する。

$$\delta_{mean} + t \cdot s \leq \delta_T \dots\dots\dots (2.2.6)式$$

ここで、 δ_{mean} : 上記(a)に規定する荷重時における水平変位量の平均値(mm)

t : 上記(a)に規定する荷重時における水平変位量の分布形状で、 t 分布表において片側 95%の信頼限界を与える数値($N=5$ の時 $t=2.132$)。

s : 上記(a)に規定する荷重時における水平変位量の標本標準偏差で、(2.2.7)式による。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\delta_i - \delta_{mean})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (2.2.7)式$$

δ_i : 上記(a)に規定する荷重時における試験体水平変位量(mm)

N : コンクリート圧縮強度の水準かつアンカー筋の種別・径毎の試験体数

δ_T : 上記(a)に記載の荷重時における水平方向変位量規定値(mm)

〔解説〕

(1) 接着系あと施工アンカー筋のせん断に対する強度評価式は、コンクリートの支圧で決定する場合、アンカー筋の耐力で決定する場合の 2 通りがある。コンクリートの支圧により決定する式は、平成 18 年 7 月 7 日付け国住指第 1015 号「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針^{1.4)}」において、接着系あと施工アンカーを用いて既存の架構内に鉄筋コンクリート増設壁を設置する、あるいは枠付き鉄骨ブレースを設置する工法を対象として示されており、ここでも同様の式を記載している。一方、アンカー筋の耐力で決定する場合は、建築基準法施行令第 96 条を準用した(2.2.2)式を用いることとする。これは、鋼材のせん断降伏条件を引張強度まで拡張した式であり、一般的な鋼材ではひずみ硬化を考慮すると、引張強度は降伏強度の 1.2 倍程度になることから、アンカー筋の耐力で決定する場合のせん断耐力を降伏強度で表わすと、 $\sigma_u/\sqrt{3} = 1.2\sigma_y/\sqrt{3} \approx 0.7\sigma_y$ となる。なお、当該式は日本建築あと施工アンカー協会の製品認証審査においても用いられている実績がある。

また、せん断耐力のばらつきはスチューデントの t 分布に従うと仮定して、試験体本数との関係により 95%信頼下限値を求め、破壊形式に応じた(2.2.1)式および(2.2.2)式による計算値を満足するかどうかを評価することとした。破壊形式が混在した場合、または判別できない場合には、(2.2.1)式および(2.2.2)式による計算値の小さい方の値を満足するかどうかを評価する。

これまでの試験結果などから、5 体の試験結果から得られる 95%信頼下限値により、接着系あと施工ア

ンカーの性能を評価できるものと工学的に判断した。また、変動係数が極端に大きい場合には試験体の施工や試験の実施に問題があることも考えられるため、変動係数が 15%を超えるような場合には、ばらつきの原因を調査し、再試験を行う。ここで、再試験を行う場合は新たに製作した 5 体以上の試験体で行い、ばらつきの大きかった試験体は試験体数に含まない。また、試験体の数量を 5 体以上で実施した場合は、それに適した t 分布値を用いて評価してよい。解表 2.2.3 に試験体数 N が 5 から 10 の場合の 95%の信頼限界を与える数値 t を示す。

- (2) 接着系あと施工アンカーの品質確認のためにせん断剛性が確保されていることを確認する。これらは(一社)日本建築あと施工アンカー協会の製品認証において実施されている方法を採用している。また、せん断剛性のばらつきもせん断耐力同様に扱うこととしている。

解表 2.2.3 95%信頼下限値を与える係数 t

試験体数 N	5	6	7	8	9	10
自由度 ($N-1$)	4	5	6	7	8	9
係数 t の値	2.132	2.015	1.943	1.895	1.860	1.833

2.2.1.5 報告

試験終了後、性能試験実施者は以下の項目について報告する。

- (1) 性能試験実施者に関する事項(試験担当者の氏名・所属)
- (2) 試験実施日程に関する事項(母材コンクリート打設、アンカー筋施工、せん断試験実施)
- (3) 試験の対象とした製品に関する事項(申請者、製品名、ロット番号)
- (4) 母材コンクリートに関する事項(レディーミクストコンクリート製造者等、調合および使用材料、打設後の養生、圧縮強度試験結果)
- (5) せん断試験結果(試験体ごとの荷重－変位曲線、最大耐力、せん断耐力、せん断剛性、破壊モード)
- (6) せん断試験の計算結果(せん断耐力の平均値および 95%信頼下限値、せん断剛性の平均値および 95%信頼下限値)
- (7) 試験体製作時の施工品質管理データ
- (8) その他試験実施における特記事項

〔解説〕

- (1) 適切な施工ができていることを示すために、性能試験実施者の保有している資格を明記する。
- (2) 試験実施時の母材コンクリートの材令を明示する。
- (3) あと施工アンカー製品に関する事項として、申請者である製造会社名称、製品名称とそのロット番号を明示する。
- (4) 打設したコンクリートが品質基準に適合するものであることや、打設後の圧縮強度試験結果について報告すること。また、低強度コンクリートを用いた場合は、試し練りの結果や施工性に関する情報も報告すること。
- (5) 各試験体の最大耐力、せん断耐力、せん断剛性、破壊モード等を明示し、荷重－変位曲線および破壊状況写真を添付すること。
- (6) 各試験結果からせん断耐力の平均値および 95%信頼下限値、せん断剛性の平均値および 95%信頼下限値等を計算し、その結果を明示すること。
- (7) 接着系あと施工アンカー施工時の施工品質管理データとして、1.2.5 項(9)施工品質管理に示す項目について記載すること。
- (8) 再試験を実施した場合、その原因について記載すること。

2.3 長期引張応力に対する性能試験

2.3.1 接着系あと施工アンカーのクリープ試験方法

2.3.1.1 総則

(1) 目的

本評定方法は、接着系あと施工アンカーについて、実部材に想定される荷重条件下での長期的な変形特性(クリープ特性)を把握し、想定される供用期間においてクリープ破壊を生じないことを確認するために行う。

(2) 適用範囲

本試験の適用対象とする接着系あと施工アンカーは、アンカー筋として、異形鉄筋の D10～D25 の呼び名の範囲で、申請者が申請する範囲とする。

(3) 性能試験実施者および申請者

本試験方法により試験を行う者は、接着系あと施工アンカーの付着試験およびクリープ試験を適切に実施でき、かつ第三者的な立場で試験を実施し、その結果を報告できる者でなければならない。申請者は、あと施工アンカー製品の製造者もしくはその接着系あと施工アンカーを用いて工事を行う者またはその代理者とする。

(4) 付着試験との同一性の確保

本試験を実施する場合は、付着試験と同一の試験実施者が実施し、同一バッチで製造された母材コンクリートおよび同一ロットのあと施工アンカー製品を用いる。

〔解説〕

(1) 本評定方法では、実際の部材に作用する応力を想定して、クリープ破壊を生じる可能性がないかどうかの確認のために実施する。したがって、試験体に載荷する荷重は、使用する製品に適用される長期許容応力度相当とする。また、評定の基準となる変位や評定の考え方は、合理的な範囲で安全側となるような評定を行う。

(2) 付着試験と同様である。

(3) 本試験における試験実施者とは、性能評定のための試験を適切に実施できる者を指し、試験結果を参照し、性能評定業務などを行う性能評定機関とは異なる者で、下記の条件を満たす第三者機関の雇用者とする。特に、本試験は、実施できる機関が限られるため、(c)について事前に確認しておくことが重要である。

(a) ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。

(b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。

(c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。また、適切に試験を実施できること。

また、ここでの申請者については、あと施工アンカー製品の製造者のほか、当該接着系あと施工アンカーを使用して改修工事を行う場合の所有者、設計者、施工者などが想定される。

(4) クリープ試験は、付着試験における最大荷重時の変位によって評価を行うため、付着試験の試験条件とできるだけ同一としなければならない。したがって、試験実施者、母材コンクリート、あと施工アンカー

製品などを同一と見なせるものであることとした。

2.3.1.2 試験の対象・試験体

(1) アンカー筋

試験には、あと施工アンカー製品として使用するものを用い、異形鉄筋(JIS G 3112 適合品)を対象とする。アンカー筋の呼び名は D13 を標準とする。D13 の製品がない場合には、最も 13 mm に近い径のものを用いる。

(2) 母材コンクリート

(a) 対象

普通コンクリートとする。

(b) 圧縮強度

圧縮強度の範囲は、試験開始時において $18 \sim 27 \text{ N/mm}^2$ とする。圧縮強度の確認は、母材コンクリートと同じ養生条件とした円柱供試体($\phi 100 \times 200 \text{ mm}$)により行う。

(c) 養生

母材コンクリート打込み後、所定の強度に達したことが確認された後に接着系あと施工アンカーの施工を行う。母材コンクリートの養生環境は、常温の室内とする。

(3) 試験体

(a) 形状および寸法

付着強度を確認する試験体は、内径 $\phi 200 \times 5d_a(\text{mm})$ (d_a : アンカー筋の呼び名) の鋼管に打設したコンクリートの中央にアンカー筋を垂直に施工したものとする。アンカー筋の端部(自由端)は母材コンクリート面から突出もしくは同一面とする。アンカー筋の載荷側には座掘等を設けず、試験体の高さを有効付着長さとするを標準とする。座掘深さがあらかじめ正確に求められる場合は座掘を有した試験体としてもよいが、この場合も有効付着長さはアンカー筋径の 5 倍以上を確保するものとする。

(b) 製作方法

試験体の製作は、試験実施者が責任を持って管理し、母材コンクリートの製作、試験体の養生等を行う。アンカー筋の施工は、申請者が示す施工要領に従い施工する。申請者などがアンカー筋の施工を行う際には、性能試験実施者は必ず施工に立ち会い、施工要領に従って施工されているかについて確認する。なお、接着系あと施工アンカーの施工および養生は、付着試験用試験体の施工とあわせて $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ の室内環境にて行う。

(c) 製作精度

試験体のコンクリート部分の高さは、所定の寸法の $\pm 3 \text{ mm}$ 以内とし、測定した高さを有効埋込み長さとする。穿孔径は製造者が指定する誤差の範囲であることを確認する。アンカー筋の倒れは、載荷面に対して 2 度以内とする。

(d) 試験体数量

3 体を標準とする。

〔解説〕

- (1) アンカー筋は、クリープ試験では降伏や破断の可能性はないため、あと施工アンカー製品に使用されているものを用いる。
- (2) 母材コンクリートの強度は、養生期間中および試験期間中の強度増進を想定し、強度範囲を $18 \sim 27$

N/mm² の範囲とした。低強度コンクリートを母材としたクリープ試験は、技術資料等が十分に整理されていないため、適用範囲には加えず、今後の研究の蓄積を待つこととする。

- (3) 試験体の製作は、付着試験との同一性を確保するために、付着試験用試験体の製作と同時に行う。試験体の数量は、3 体を標準としているが、クリープ試験として有効な結果が少なくとも 3 体必要であるということである。この数量は他の試験と比べてやや少ないが、後述する評価法でこの 3 体の内、最大となるクリープ変位を用いることとしている一方、試験実施時のトラブルなどを考慮して試験体数を増やしておくといよい。また、試験体の数量を増やした場合も、試験結果の評価は、長期的なクリープ変位が最も大きくなるものを対象に評価を行う。

2.3.1.3 試験方法

(1) 拘束条件

穿孔径の 1.5 ± 0.25 倍の開孔を有する支圧板により拘束状態で載荷する。

(2) 環境条件

接着系あと施工アンカーが屋内のみで使用される場合には温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $60 \pm 10\%$ の試験室内で試験を行う。屋外での使用も想定される場合は、これに加えて、 $40 \pm 3^\circ\text{C}$ の試験室内で試験を行う。

このほか、特殊な環境下での使用が想定される場合は当該温度条件で試験を行う。

(3) 加力方法

図 2.3.1 に示すコイルバネを用いたバネ式の載荷装置、もしくはカウンターウェイト式の載荷装置など一定の荷重を継続的に載荷できることのできる装置を用いて、アンカー筋に対して所定の引張荷重を載荷する。バネ式や油圧式の載荷装置を用いる場合には、ロードセル等により、載荷期間中に荷重が安定して載荷されていることを確認する。載荷開始は、付着試験終了後 28 日以内とし、載荷期間は、90 日間とする。

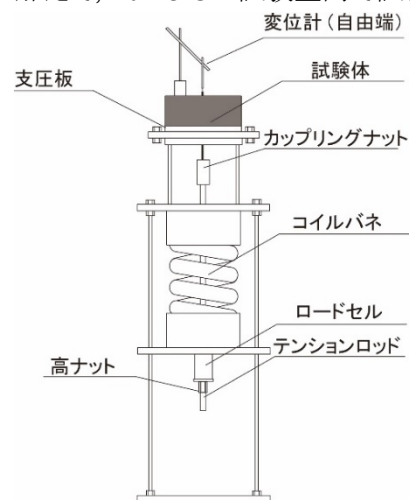


図 2.3.1 コイルバネ式載荷装置の例

(4) 目標載荷荷重

目標載荷荷重 L_{creep} は、当該接着系あと施工アンカーの付着に関する長期許容応力度に相当する荷重とし(2.3.1)式による。載荷期間中は目標荷重の $\pm 5\%$ の範囲の荷重で載荷しなければならない。

$$L_{creep} = \frac{F}{\alpha} \cdot \pi \cdot d_a \cdot \ell_e \quad \dots\dots\dots (2.3.1)式$$

ここで、 L_{creep} : 目標載荷荷重(kN)

α : 長期許容応力度を求めるための安全率(=4.5)

F : 当該接着系あと施工アンカーの基準付着強度(15 N/mm^2 もしくは 10 N/mm^2)

d_a : アンカー筋の呼び名(mm)

ℓ_e : 有効埋込み付着長さ(mm)

(5) 計測方法

載荷開始前から試験体の自由端の変位を $1 \times 10^{-6} \text{ m}$ 以上の感度で継続的に計測する。計測間隔は、載荷開始から 10 日間までは 1 時間につき 1 データ以上を記録する。載荷開始後 10 日経過後

に変位の変化が安定していることを確認した後は、1 日につき 4 データ以上を記録する。

〔解説〕

- (1) 拘束条件は、付着性能を評価するためにできるだけ母材コンクリートの変形の影響を受けないように、付着試験と同様の条件とした。
- (2) 接着系あと施工アンカーが一般的な環境で使用されることを想定しており、環境条件として屋内で使用される場合には 20℃の環境、屋外で使用される場合には 40℃の環境を標準とした。これは、文献^{2,4)}に示されているように、日本国内の一般的な環境では、年間の平均温度としては 20℃前後となること、夏季(6 月～8 月)の日射を受ける部分において、アンカー筋が埋設される深さまでの平均的な温度が 30～40℃の範囲にあることなどから設定したものである。したがって、40℃を超えるような温度に継続的に曝されるような部位への適用が想定される場合には、想定される環境での試験を行う必要がある。試験中の湿度についても試験結果に影響するため、湿度管理を行う。コンクリートのクリープ試験では相対湿度 60±5%で実施されることが多く、その他の材料では 50±5%、60±20%で実施される例などもあることから、これらの試験条件においても適用が可能となることを考慮し、本試験方法では、60±10%とした。また、40℃環境の試験では湿度制御が困難であるため、湿度の管理は求めているが、室内で行うなどによりできるだけ湿度の変化が小さいことが望ましい。
- (3) 継続的な荷重の載荷には、原則コイルバネやカウンターウェイト式の載荷装置を用いる。カウンターウェイト式は最も安定した加力が可能であるが、装置の大きさも大きくなるため環境温度を変えた場合の測定等には不向きである。バネ式載荷装置については、本検討で用いているような装置を用いることにより安定的な加力ができていることが確認されている。ただし、バネ式の載荷装置を用いる場合には、長期的な載荷によって若干荷重が低下する場合があるので、試験体に導入する載荷荷重は目標載荷荷重に対して 5%程度大きくし、載荷期間中の載荷荷重が目標載荷荷重の±5%の範囲であることを確認する。また、バネ式装置を用いた載荷については、目標荷重の 30～50%程度の荷重の載荷と除荷を数回繰り返した後に目標荷重まで載荷することによって安定した載荷が可能である。
載荷の開始は、付着試験終了後 28 日以内とした。これは、コンクリート強度が付着試験時の強度と大きく異なることを避けるためである。
- (4) 載荷の目標荷重は長期許容応力度を想定した荷重とする。基準付着強度は 15 もしくは 10 N/mm² を想定しており、安全率を【付録 2】に基づき 4.5 と設定すると、クリープ荷重の目標値はそれぞれ 3.33, 2.22 N/mm²となる。
- (5) 計測では、試験体の自由端側の鉄筋の抜け出し量を 1×10⁻⁶ m 以上の感度で測定する。載荷後 10 日程度までは変位の変化も比較的大きいため、10 日以上経過した時点で、安定した載荷と変形量となっているかを確認するとよい。安定した載荷が確認されれば、測定間隔は 6 時間程度おきに 1 データとしてもよい。

2.3.1.4 試験結果の整理

(1) 試験結果の統計処理

(a) 載荷荷重の確認

試験を行ったすべての試験体について、時間－荷重関係を確認し、試験期間中に荷重が目標荷重の±5%の範囲にあったことを確認する。荷重が所定の範囲を外れた場合には、その試験体の結果は評価には用いない。

(b) 90 日後の変位の確認

試験を行ったすべての試験体について、時間－自由端変位関係を確認し、90 日後の変位が載荷直後の変位よりも小さくなるような結果を示す試験体がないことを確認する。載荷直後の変位よりも小さくなる結果となった場合には、その試験体の結果は評価には用いない。

(c) 有効な試験結果数の確認

載荷荷重および自由端変位の確認において問題のない試験結果が 3 体以上あることを確認する。3 体未満の場合には、その試験結果はすべて無効とする。

(2) 長期変形量の推定式の作成

各試験体について載荷後 90 日間の自由端変位の値から(2.3.2)式の試験定数を求め、長期変形量の推定式を作成する。試験定数の推定に用いるデータは、試験期間 70 日～90 日の自由端変位とし、最小二乗法によって試験定数を求める。初期変形量は、原則として目標荷重導入時の自由端変位とする。

$$S_{(t)} = S_0 + a \cdot t^b \quad \dots\dots\dots (2.3.2)式$$

ここで、 $S_{(t)}$: 時間 t における自由端変位(mm) t : 試験材齢(日)
 S_0 : 載荷直後の自由端変位(mm) a, b : 試験定数

(3) 予定供用期間における長期変形量

(2.3.2)式によって得られた試験定数を用い、各試験体について(2.3.3)式により予定供用期間(50 年以上)における長期変形量を求める。また、(2.3.4)式によりその最大値である $S_{service_max}$ を求める。

$$S_{service} = S_0 + a \cdot t_{service}^b \quad \dots\dots\dots (2.3.3)式$$

$$S_{service_max} = \max\{S_{service}\} \quad \dots\dots\dots (2.3.4)式$$

ここで、 $S_{service}$: 予定供用期間における各試験体の長期変形量の推定値(mm)
 $S_{service_max}$: 予定供用期間における最大の長期変形量の推定値(mm)
 $t_{service}$: 予定供用期間(日)

(4) クリープ変形に対する安全性の評価

予定供用期間における最大の長期変形量の推定値($S_{service_max}$)と、同じロットのあと施工アンカー製品で実施した付着試験で得られた最大荷重時の変位の平均値 $_{max}\delta_{ave}$ を比較し、(2.3.5)式を満たすことを確認する。

$$S_{service_max} < _{max}\delta_{ave} \quad \dots\dots\dots (2.3.5)式$$

ここで、 $_{max}\delta_{ave}$: 同じロットのあと施工アンカー製品で実施した付着試験で得られた最大荷重時の変位の平均値(mm)

〔解説〕

- (1) クリープ試験の結果には相当のばらつきが生じることから、適切な統計処理を行った上で安全側の評価を行う必要がある。特に載荷荷重が小さい範囲でクリープ試験を行った場合には、相対的にばらつきが大きくなることがあるため注意が必要である。そのため、荷重が適切に載荷されていないと判断される場合、変位の取得において適切でないと判断される場合にはその試験データは採用しないこととした。また、試験結果のばらつきを考慮するため、少なくとも 3 体の有効なデータがあることを条件とした。
- (2) 長期的なクリープ変形の予測は、ACI および EOTA で採用されているべき乗式による推定式を適用した。この式によれば、長期の変形に対して安全側の値が得られることが確認されている。最小二乗法によって試験定数を求める場合は、試験終了前の 20 日間のデータを用い、少なくとも 20 個以上のデー

タから推定する。初期変形量を試験によって得ることが難しい場合は、付着試験時の荷重－変位関係から、目標荷重に相当する自由端変位を求めたものを代入してもよい。

- (3) 予定供用期間における長期の変形量を予測する。予定供用期間は ACI 基準では 50 年が想定されている。日本建築学会 JASS 5 などでは、長期(100 年)や超長期(200 年)などの長寿命の建築物が設計されており、これらを考慮して定めるとよい。
- (4) クリープ変形に対する安全性の評価は、付着試験時の最大荷重時の変位の平均値と比較することとした。また、クリープ変形量は試験体間のばらつきがあり、本評価方法では、安全側の評価とするため、予定供用期間における変形量の最大値によって評価することとした。これまでに得られている試験結果からは、長期許容応力度相当の載荷荷重による試験では、クリープ変形量の推定値は最大荷重時の変位に対して十分に小さく、評価には相当の余裕があることが確認されている。また、最大荷重時の変位については、クリープ変位が漸増側になる変曲点の変位と比較すると 1/3～1/5 の変形量となり、ここにも相当の安全率が見込まれている。

2.3.1.5 報告

試験終了後、以下の項目について報告する。

- (1) 性能試験実施者に関する事項(試験担当者の氏名・所属)
- (2) 試験実施日程に関する事項(母材コンクリート打設、アンカー筋施工、付着試験実施)
- (3) 試験の対象とした製品に関する事項(申請者、製品名、ロット番号)
- (4) 母材コンクリートに関する事項(レディーミクストコンクリート製造者等、調査および使用材料、打設後の養生、圧縮強度試験結果)
- (5) クリープ試験結果(試験体ごとの時間－荷重関係、時間－自由端変位関係、時間－自由端変位関係の平均、試験結果の有効性)
- (6) クリープ試験結果の計算結果(クリープ推定式(各試験体)、予定供用期間における長期変形量の推定値(各試験体および最大値)), クリープ変形量の評価結果
- (7) 試験体製作時の施工品質管理データ
- (8) その他試験実施における特記事項

〔解説〕

- (1) 適切な施工ができていることを示すために、性能試験実施者の保有している資格を明記する。
- (2) 試験実施時の母材コンクリートの材令を明示する。
- (3) あと施工アンカー製品に関する事項として、申請者である製造会社名称、製品名称とそのロット番号を明示する。
- (4) 打設したコンクリートが品質基準に適合するものであることや、打設後の圧縮強度試験結果について報告すること。
- (5) 各試験体の時間－荷重関係図、時間－自由端変位および平均値の関係図を図示し、試験結果の有効性について明示すること。
- (6) 各試験体の予定供用期間における長期変形量の推定値を算出し、図示すること。算出した推定値と 2.1.2 項に示す付着試験方法に従い得られた判定用の変位とを比較した判定結果を明示する。また、推定値の算出に用いたクリープ推定式も明示すること。
- (7) 接着系あと施工アンカー施工時の施工品質管理データとして、**1.2.5 項(9)施工品質管理**に示す項目について記載すること。
- (8) 再試験を実施した場合、その原因について記載すること。

2.4 接着剤単体の物性および品質確認に対する性能試験

2.4.1 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の圧縮強さおよび圧縮弾性率試験方法

2.4.1.1 総則

(1) 目的

本試験方法は、接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の圧縮強さおよび圧縮弾性率の試験を行うためのものである。

(2) 適用範囲

本試験方法は、接着系あと施工アンカーのうち、有機系および無機系の注入方式・カートリッジ型のあと施工アンカー製品に使用される接着剤を対象とする。

(3) 性能試験実施者および申請者

本試験方法により試験を行う者(試験実施者)は、樹脂およびセメント系材料の強度試験を適切に実施でき、かつ第三者的な立場で試験を実施し、その結果を報告できる者でなければならない。申請者は、あと施工アンカー製品の製造者もしくはその接着系あと施工アンカーを用いて工事を行う者またはその代理者とする。

〔解説〕

(1,2) 本試験方法で試験の対象となる接着剤は、カートリッジ型のあと施工アンカー製品として、ミキシングノズルより吐出された接着剤を対象としている。したがって、カプセル方式のあと施工アンカー製品は対象としていない。

(3) 本試験における試験実施者とは、性能評定のための試験を適切に実施できる者を指し、試験結果を参照し、性能評定業務などを行う性能評定機関とは異なる者で、下記の条件を満たす第三者機関の雇用者とする。

(a) ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。

(b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。

(c) JIS K 7181(有機系)あるいは JIS A 1108 および JIS A 1149(無機系)の試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。また、適切に試験を実施できること。

また、ここでの申請者については、あと施工アンカー製品の製造者のほか、当該接着系あと施工アンカーを使用して改修工事を行う場合の建物の所有者、設計者、施工者などが想定される。

2.4.1.2 試験体

(1) 共通事項

試験体の製作は、性能試験実施者が行うか、もしくは性能試験実施者立ち会いのもとで申請者が行う。試験体の製作時の環境は $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の室内とする。試験体の数量は 5 体とする。

(2) 有機系接着剤

あと施工アンカー製品のカートリッジから吐出された接着剤について、厚さ 4 mm の板状の樹脂板を製作し、製作された樹脂板より所定の寸法の角柱形の試験体に切断加工する。試験体の寸法を表 2.4.1 に示す。樹脂板製作後の試験体の養生期間は、申請者が定める硬化に必要な時間以上 14 日

以内とし、20±5℃の室内に静置する。

(3) 無機系接着剤

あと施工アンカー製品のカートリッジから吐出された接着剤について、直径 50 mm、高さ 100 mm の円柱型枠に打ち込み、十分に締め固めを行って供試体を製作する。打ち込み後試験実施までの養生期間は 14 日とし、20±5℃の室内において封かん養生とする。

表 2.4.1 試験体の寸法

試験項目	長さ(mm)	幅(mm)	高さ(mm)
圧縮強さ	10±0.2	10±0.2	4±0.2
圧縮弾性率	50±2	10±0.2	4±0.2

〔解説〕

(2) 有機系接着剤はミキシングノズルから吐出された状態の接着剤を脱気等の処理を行わずに試験片を切り出すための樹脂板を製作する。作成手順は下記による。

- ①塩化ビニル板(エポキシ樹脂系)もしくはガラス板(ラジカル反応樹脂系)と厚さを一定に保持するスペーサを用いて型枠を作成する
- ②接着剤を型枠に流し込む、空気が入り込まないようにノズルを動かす
- ③上部に塩化ビニル板(ガラス板)を乗せ、押さえる
- ④表面の気泡を逃がすように塩化ビニル板(ガラス板)を斜めに押さえしながら接着剤を広げる
- ⑤鉄板などを載せて均等に圧が加わるようにし、さらに重しを載せる
- ⑥接着剤が硬化するまで放置する
- ⑦型枠から硬化した樹脂の板を取り外す

(3) 無機系接着剤は、ミキシングノズルを型枠底面から徐々に引き上げながら注入し、気泡の混入を避けるようにするとよい。また、テーブルバイブレータ等を使用して十分に締め固めを行う。

2.4.1.3 試験

(1) 圧縮強さ試験

有機系接着剤の圧縮強さ試験は、JIS K 7181 による。

無機系接着剤の圧縮強さ試験は、JIS A 1108 による。

(2) 圧縮弾性率試験

有機系接着剤の圧縮弾性率試験は、JIS K 7181 による。

無機系接着剤の圧縮弾性率試験は、JIS A 1149 による。

〔解説〕

(1,2) 試験の実施は、本文に示す JIS による。無機系接着剤の試験では、試験体の寸法が JIS の規定とは異なるが、試験の手順は JIS に従って実施する。

2.4.1.4 試験結果の整理

(1) 圧縮強さ試験

有機系接着剤の圧縮強さ試験は、JIS K 7181 に基づき、下式により求める。

$$\sigma = P / A \quad \dots\dots\dots (2.4.1)式$$

ここで、 σ : 有機系接着剤の圧縮強さ (N/mm²)

P : 最大荷重 (N)

A :試験片の断面積 (mm²)

無機系接着剤の圧縮強さ試験は、JIS A 1108 に基づき、下式により求める。

$$\sigma = P / A \quad \dots\dots\dots (2.4.2) \text{式}$$

ここで、 σ :無機系接着剤の圧縮強さ (N/mm²)

P :最大荷重 (N)

A :試験片の断面積 (mm²)

(2) 圧縮弾性率試験

有機系接着剤の圧縮弾性率試験は、JIS K 7181 に基づき、下式により求める。

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \quad \dots\dots\dots (2.4.3) \text{式}$$

ここで、 E :有機系接着剤の圧縮弾性率 (N/mm²)

σ_1 :圧縮ひずみ 0.0005 において測定される圧縮応力 (N/mm²)

σ_2 :圧縮ひずみ 0.0025 において測定される圧縮応力(N/mm²)

ε_1 :圧縮ひずみ 0.0005

ε_2 :圧縮ひずみ 0.0025

無機系接着剤の圧縮弾性率試験は、JIS A 1149 に基づき、下式により求める。

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \quad \dots\dots\dots (2.4.4) \text{式}$$

ここで、 E :無機系接着剤の圧縮弾性率 (N/mm²)

σ_1 :最大荷重の 1/3 に相当する応力 (N/mm²)

σ_2 :縦ひずみ 50×10^{-6} の時の応力 (N/mm²)

ε_1 : σ_1 の応力によって生じる縦ひずみ

ε_2 :縦ひずみ 50×10^{-6}

〔解説〕

- (1) 圧縮強さは、試験時の最大荷重を加力方向に直交する断面の断面積で除して得られた値とし、試験体ごとに求め、個々の値と平均値を求めておく。
- (2) 圧縮弾性率は、試験体に所定のひずみを生じた場合の応力差をその時の試験体のひずみの差で除して得られた値とし、試験体ごとに求め、個々の値と平均値を求めておく。ひずみを測定する場合の標点間距離は有機系、無機系いずれの接着剤も 50mm を標準としている。

2.4.1.5 報告

試験結果は、以下の項目について報告する。

- (1) 性能試験実施者に関する事項(試験担当者の氏名・所属)
- (2) 試験実施日程に関する事項(試験体製作日、試験実施日)
- (3) 試験の対象とした製品に関する事項(申請者、製品名、ロット番号)
- (4) 圧縮強さ試験結果(各試験体の圧縮強さ、平均値)
- (5) 圧縮弾性率試験の試験結果(各試験体の圧縮弾性率、平均値)
- (6) 試験体製作時の施工品質管理データ
- (7) その他試験実施における特記事項

〔解説〕

- (1) 適切な施工ができていることを示すために、性能試験実施者の保有している資格を明記する。

- (2) 試験体製作日、試験実施日および接着剤の硬化養生期間を明示する。
- (3) あと施工アンカー製品に関する事項として、申請者である製造会社名称、製品名称とそのロット番号を明示する。
- (4) 各試験体の圧縮強さおよびその平均値を明示し、荷重-変位曲線および破壊状況写真を添付すること。
- (5) 各試験結果から圧縮弾性率およびその平均値を算出し、その結果を明示すること。
- (6) 試験体製作時の施工品質管理データとして、環境条件および試験体寸法等を明示すること。
- (7) 再試験を実施した場合、その原因について記載すること。

2.4.2 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の接着試験方法

2.4.2.1 総則

(1) 目的 本試験方法は、接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の接着強度を求めるための接着試験について規定するものである。 (2) 適用範囲 本試験方法は、接着系あと施工アンカーのうち、有機系および無機系の注入方式・カートリッジ型のあと施工アンカー製品に使用される接着剤を対象とする。また、本試験方法に規定する試験体および試験方法について、同等の評価結果が得られることが確認された場合には、これによることができる。 (3) 性能試験実施者および申請者 本試験方法により試験を行う者(試験実施者)は、本試験を適切に実施でき、かつ第三者的な立場で試験を実施し、その結果を報告できる者でなければならない。申請者は、あと施工アンカー製品の製造者もしくはその接着系あと施工アンカーを用いて工事を行う者またはその代理者とする。

〔解説〕

- (1,2) 本試験方法は、接着系あと施工アンカーが実際に使用される場合の拘束条件を想定した場合の接着剤のポテンシャルとしての接着性能を求めるための試験方法である。接着剤は、ミキシングノズルより吐出された状態のものを用いる。また、本試験方法に規定した方法は、前項の目的に照らして適切な評定を行うための一例となる試験方法であり、試験体の条件や試験装置、試験方法などについて、本試験方法と同等の結果が得られることが確認された場合には、それらの方法によることができる。
- (3) 本試験における試験実施者とは、性能評定のための試験を適切に実施できる者を指し、試験結果を参照し、性能評定業務などを行う性能評定機関とは異なる者で、下記の条件を満たす第三者機関の雇用者とする。
 - (a) ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。
 - (b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。
 - (c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。また、適切に試験を実施できること。

また、ここでの申請者については、あと施工アンカー製品の製造者のほか、当該接着系あと施工アンカーを使用して改修工事を行う場合の建物の所有者、設計者、施工者などが想定される。

2.4.2.2 試験体

(1) 試験体の製作

試験体の製作は、性能試験実施者が行うか、もしくは性能試験実施者立ち会いのもとで申請者が行う。試験体の製作時の環境は $20 \pm 5^\circ\text{C}$ の室内とする。

(2) 試験体の形状および寸法

試験体は、M20 の高ナット内に接着剤を充填し、M12 全ねじボルトを挿入したものとする。試験体の形状および寸法を図 2.4.1 に示す。接着部分の長さは、24 mm～30 mm の範囲とし、ナットの片側に挿入した長さ調整用ボルトにより接着部分の長さを調整する。ボルトはナット内の中央に垂直に挿入し、ボルトの底面および接着長さ以外の部分を絶縁する。M12 ボルトと高ナットの中心位置のずれ(芯ずれ)は、各方向に対して 1.0 mm 以内とする。また、M12 ボルトの倒れ(高ナットとの角度差)は ± 1.0 度以内とする。

(3) 試験体の材質

ボルトおよびナットの材質は接着強度に対して十分な降伏強度を有するものを用いることとする。

(4) 試験体の養生

試験体の養生は、申請者が定める硬化時間以上の期間とし、 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ の室内に静置する。

(5) 試験体数量

5 体を標準とする。

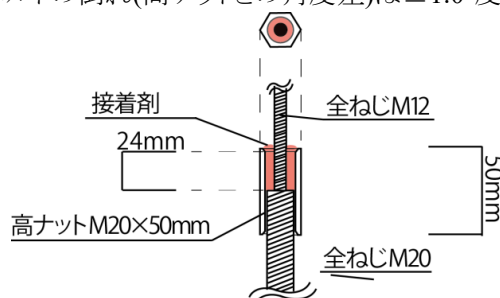


図 2.4.1 試験体の形状および寸法

〔解説〕

(1～4) 試験体の製作では、許容差は設けたが、ボルトを高ナット内の中央に軸芯のずれがないように垂直に挿入し、高ナットとの角度のずれがないように挿入することを原則とする。製作用の治具として、解図 2.4.1 に示すような治具を用いるとよい。また、ボルトの材質は SNB7 かそれ以上、ナットの材質は S45C かそれ以上の高強度のものを用い、試験中の降伏や破断を生じないようにする。



解図 2.4.1 接着試験体製作用治具の例

2.4.2.3 試験方法

(1) 試験装置

試験に用いる載荷装置には、一般的な温度環境下に設置され、荷重制御が可能な引張試験機を使用し、その載荷容量は 100 kN 以上とする。

(2) 試験体の設置

図 2.4.2 を参考に、引張試験機に試験体を設置する。試験体は、上下のねじをチャック等で固定し、

端部をユニバーサルジョイント等とし、曲げや偏心力がかからないようにする。ボルトの抜け出し量を確認するための変位計は、高ナットに変位計を固定し、ボルトに取り付けた治具により測定する。

(3) 载荷および計測

载荷速度を毎秒 $0.50 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$ 程度とし、試験体に引張力を载荷する。载荷中の载荷荷重および抜け出し変位を少なくとも 1 秒につき 1 回以上の間隔で測定する。载荷は、最大荷重を示した後荷重が 10% 以上低下するまで継続する。载荷中は、载荷荷重および抜け出し変位を確認し、ボルトの降伏や破断を生じないように留意する。

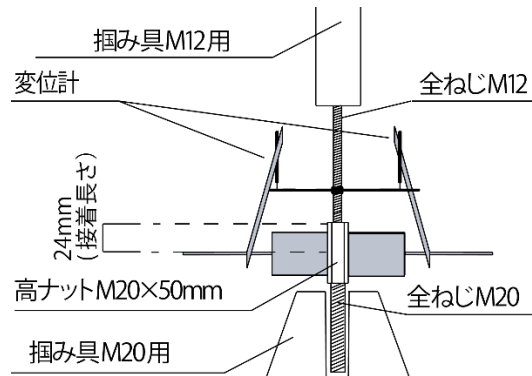


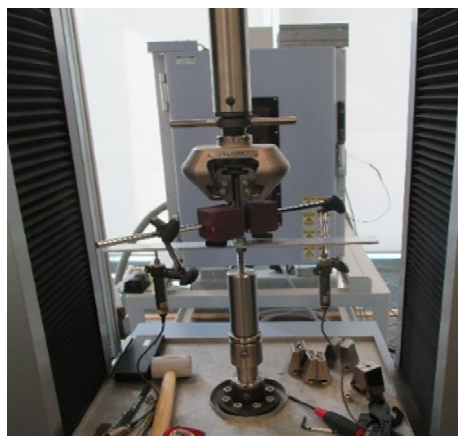
図 2.4.2 試験体の設置状況

〔解説〕

(1～3) 試験体への载荷は、偏心を生じないようにユニバーサルジョイント等を用い、チャックあるいはねじにより固定する。解図 2.4.2 に試験状況を示す。

(3) 载荷は引張試験およびせん断試験を準用し、毎秒 $0.50 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$ 程度の速度で行う。载荷中は、できるだけ短い間隔で測定・記録を行う。動ひずみ計を用いて、荷重および変位を動的に記録することも有効である。载荷中は最大荷重を示した後に変位が急激に伸びる場合があるため、常に荷重と変位を確認し、ボルトの破断や引き抜けが起こらないように注意する。

【付録 3】に接着系あと施工アンカーの引張・せん断試験時の载荷速度が試験結果に与える影響をまとめているので参照されたい。



解図 2.4.2 接着試験の実施状況

2.4.2.4 試験結果の整理

(1) 接着強度の計算

接着強度 τ_b は(2.4.5)式により求める

$$\tau_b = \frac{F_b}{12\pi \cdot \ell_b} \dots\dots\dots (2.4.5) \text{式}$$

ここで、
 τ_b : 接着強度(N/mm²)
 F_b : 接着試験における最大荷重(N)
 ℓ_b : 接着部分の長さ(mm)

(2) 平均接着強度の計算

接着強度の平均値 τ_{b_ave} を(2.4.6)式により求める。

$$\tau_{b_ave} = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_{bi}}{n} \dots\dots\dots (2.4.6)式$$

ここで、 τ_{b_ave} : 平均接着強度(N/mm²)
 τ_{bi} : i 個目の試験体の接着強度(N/mm²)
 n : 試験体の個数(=5)

〔解説〕

接着強度は、最大荷重をアンカー筋(ねじ)の呼び名による周面積で除した値として求める。本試験における接着強度は、接着剤の局部的なせん断強さと被着体に対する接着強度を合わせたものとなるが、本試験では、ここで得られた値を接着強度として表している。接着強度は、試験体個々の値と平均値を求めておく。

2.4.2.5 報告

試験結果は、以下の項目について報告する。

- (1) 性能試験実施者に関する事項(試験担当者の氏名・所属)
- (2) 試験実施日程に関する事項(試料製作日、試験実施日)
- (3) 試験の対象とした製品に関する事項(申請者、製品名、ロット番号)
- (4) 試験体ごとの接着強度および平均の接着強度、試験体ごとの荷重－変位曲線
- (5) 試験体製作時の施工品質管理データ
- (6) その他試験実施における特記事項

〔解説〕

- (1) 適切な施工ができていることを示すために、性能試験実施者の保有している資格を明記する。
- (2) 試験体製作日、試験実施日および接着剤の硬化養生期間を明示する。
- (3) あと施工アンカー製品に関する事項として、申請者である製造会社名称、製品名称とそのロット番号を明示する。
- (4) 各試験体の接着強度およびその平均値を明示し、荷重－変位曲線および破壊状況写真を添付すること。
- (5) 試験体製作時の施工品質管理データとして、環境条件および試験体寸法等を明示すること。
- (6) 再試験を実施した場合、その原因について記載すること。

2.4.3 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の燃焼試験方法

2.4.3.1 総則

(1) 目的

本試験方法は、接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の不燃残分を求めるための燃焼試験について規定するものである。

(2) 適用範囲

本試験方法は、接着系あと施工アンカーのうち、有機系の注入方式・カートリッジ型のあと施工アン

カー製品に使用される接着剤を対象とする。

(3) 性能試験実施者および申請者

本試験方法により試験を行う者(試験実施者)は、樹脂系材料の燃焼試験を適切に実施でき、かつ第三者的な立場で試験を実施し、その結果を報告できる者でなければならない。申請者は、あと施工アンカー製品の製造者もしくはその接着系あと施工アンカーを用いて工事を行う者またはその代理者とする。

〔解説〕

(1,2) 本試験方法は、接着系あと施工アンカーに使用される接着剤中のフィラーの量などを推定し、接着剤の同一性の確認のために行う試験である。したがって、本試験で得られる値は、性能評定等において、申請者より申請し、実際に接着系あと施工アンカーが使用される場合に、必要に応じてその値を確認するために実施する。本試験は無機系接着剤には適用しない。

(3) 本試験における試験実施者とは、性能評定のための試験を適切に実施できる者を指し、試験結果を参照し、性能評定業務などを行う性能評定機関とは異なる者で、下記の条件を満たす第三者機関の雇用者とする。

(a) ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。

(b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。

(c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置(電気炉等)を有し、それらの精度が確認されていること。また、適切に試験を実施できること。

また、ここでの申請者については、あと施工アンカー製品の製造者のほか、当該接着系あと施工アンカーを使用して改修工事を行う場合の建物の所有者、設計者、施工者などが想定される。

2.4.3.2 試料

(1) 試料

試料の製作は、性能試験実施者もしくは性能試験実施者立ち会いのもとで申請者が行う。試料の製作時の環境は $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の室内とする。試料の製作には、圧縮強さ試験および圧縮弾性率試験の試験片のために製作した樹脂板を使用するといふ。

(2) 試料の製作方法

あと施工アンカー製品のカートリッジから吐出された接着剤について、適当な形状で養生し硬化させたのち、10 g 以上を採取し、粉碎して粒径 1.2 mm 以下にしたものを試料とする。接着剤の養生期間は、申請者が定める硬化に必要な時間以上とし、 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の室内に静置する。

(3) 試料数量

試料数量は 3 体を標準とする。

〔解説〕

(1) 試験体は他の物性試験と同一であること。したがって、圧縮試験等を行う際に製作した樹脂板から必要な量を切り出して使用するといふ。

(2) 粉碎は、ディスクミル等の試料温度が上昇する粉碎装置を用いず、ハンマー等で粗粉碎した後、乳鉢

等を使用して粉砕するとよい。粒径の目安は、目開き 1.2 mm のふるいを全通することを確認すればよい。また、試料のムラをなくすため、樹脂板から採取した試料の全量を粉砕し、粉砕した粉末は容器に入れて攪拌しておく。

2.4.3.3 試験方法

(1) 試験装置

試験装置には、温度の調節および保持が可能な電気炉(マッフル炉)を用いる。電気炉の温度調節精度は $\pm 3.0^{\circ}\text{C}$ 、温度分布精度は $\pm 5.0^{\circ}\text{C}$ 、温度上昇速度は常温 $\sim 500^{\circ}\text{C}$ を 30 分以内で昇温できるものとする。

(2) 操作

(a) 試験の準備

あらかじめ 105°C 以上の温度で加熱乾燥させたるつぼまたは蒸発皿の質量をはかしておく。その後るつぼまたは蒸発皿に試料を 0.01 g の精度で 3 g 程度はかりとる。

(b) 試料の加熱

常温とした電気炉にるつぼまたは蒸発皿を入れ、 $100^{\circ}\text{C}/10\text{min}$ の速度で 500°C まで炉内温度を上昇させる。 500°C 到達後、2 時間保持する。加熱終了後、 100°C 程度となるまで炉内若しくはデシケータ等で徐冷する。

(c) 測定

徐冷したるつぼまたは蒸発皿を取り出し、その質量を 0.01 g の精度で測定する。

(3) 試験体数量

1 回の試験につき、試料数は 3 とする。

〔解説〕

- (1) 試験装置は、所定の温度制御精度を有する電気炉を用いる。試験では、燃焼時にガスを発生するため、排気装置を有した電気炉が望ましい。
- (2) 測定方法は、JIS K 0067(化学製品の減量および残分試験方法)を参考にしたものである。 500°C で 2 時間加熱することにより、接着剤の有機系の成分は完全に燃焼し、無機系のフィラー等が燃え残ることが確認されている。加熱後の試料は、大気中で冷却すると吸湿して質量が変化するため、燃焼後の炉内で徐冷するか、デシケータ等を用いて試料が吸湿しないようにしなければならない。

2.4.3.4 試験結果の整理

(1) 不燃残分率の算出

試料ごとの不燃残分率は(2.4.7)式によって算出する。3 体の不燃残分率の平均を求め、小数点以下 1 けたに丸める。この時、3 体の不燃残分率の偏差(平均値からの差)が 3%を超える場合は、再試験を行う。

$$A = \left(1 - \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_3}\right) \times 100 \quad \dots\dots\dots (2.4.7)\text{式}$$

ここで、 A : 不燃残分率(%)

W_1 : 加熱前の試料と、るつぼまたは蒸発皿の質量(g)

W_2 : 加熱後の試料と、るつぼまたは蒸発皿の質量(g)

W_3 : るつぼまたは蒸発皿の質量(g)

〔解説〕

- (1) 不燃残分率は、接着剤に含まれる不燃性の成分の割合を示すため、これがフィラー等の樹脂以外の成分を表す。ただし、活性炭等の有機成分がフィラーとして使用されている場合は、不燃残分には含まれないので、同一性の確認のためには、同条件で実施した試験結果で比較しなければならない。また、試験結果のばらつきは、3 g 程度の試料があれば偏差は 1%程度以内に収まることが確認されている。そのため、3%を超える偏差があった場合には試料の均質性や試験の手順に問題があるとして、再試験を行うこととした。

2.4.3.5 報告

試験結果は、以下の項目について報告する。

- (1) 性能試験実施者に関する事項(試験担当者の氏名・所属)
- (2) 試験実施日程に関する事項(試料製作日、試験実施日)
- (3) 試験の対象とした製品に関する事項(申請者、製品名、ロット番号)
- (4) 試料ごとの不燃残分率および不燃残分率の平均
- (5) 試験体製作時の施工品質管理データ
- (6) その他試験実施における特記事項

〔解説〕

- (1) 適切な施工ができていることを示すために、性能試験実施者の保有している資格を明記する。
- (2) 試験体製作日、試験実施日および接着剤の硬化養生期間を明示する。
- (3) あと施工アンカー製品に関する事項として、申請者である製造会社名称、製品名称とそのロット番号を明示する。
- (4) 各試験体の不燃残分率およびその平均値を明示し、状況写真を添付すること。
- (5) 試験体製作時の施工品質管理データとして、環境条件等を明示すること。
- (6) 再試験を実施した場合、その原因について記載すること。

2.4.4 接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の耐アルカリ性試験方法

2.4.4.1 総則

- (1) 目的
本試験方法は、接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の耐アルカリ性を評価するための耐アルカリ性試験について規定するものである。
- (2) 適用範囲
本試験方法は、接着系あと施工アンカーのうち、有機系の注入方式・カートリッジ型のあと施工アンカー製品に使用される接着剤を対象とする。
- (3) 性能試験実施者および申請者
本試験方法により試験を行う者(試験実施者)は、樹脂系材料の化学分析等の試験を適切に実施でき、かつ第三者的な立場で試験を実施し、その結果を報告できる者でなければならない。申請者は、あと施工アンカー製品の製造者もしくはその接着系あと施工アンカーを用いて工事を行う者またはその代理者とする。

〔解説〕

- (1,2) 本試験方法は、接着剤の耐アルカリ性を評価するための試験方法であり、コンクリート中のような高ア

ルカリ環境下での接着剤の耐久性を確認するための試験である。耐アルカリ試験は、アルカリ浸漬した試験体の押し抜き試験による方法も提案されているが、ここでは、従来より実施されているアルカリ環境下での質量減少率によって評価する試験を適用した。接着剤の劣化と質量減少率の関係は既往の研究^{2.5)}により確認されている。耐アルカリ試験の試験方法は、JIS K 6919 (繊維強化プラスチック用液状不飽和ポリエステル樹脂)において詳細な規定があり、本試験方法では、原則としてそれに従うこととした。

- (3) 本試験における試験実施者は、性能評定のための試験を適切に実施できる者を指し、試験結果を参照し、性能評定業務などを行う性能評定機関とは異なる者で、下記の条件を満たす第三者機関の雇用者とする。
- (a) ISO/IEC 17025(JIS Q 17025)に基づく試験所認定を受けた試験機関、国際 MRA 対応認定を受けた国外の試験機関または前述の試験機関と同等の試験内容・試験方法に十分な知識と経験を有し、適切かつ誠実に試験全体を統括した責任者によって試験報告書が作成されること。
 - (b) 上記に該当する機関の雇用者が担当し、当該担当者は、審査する性能評定機関との雇用関係を含むいかなる利益相反を生じる関係にないこと。
 - (c) 試験の実施に必要な試験装置および測定装置を有し、それらの精度が確認されていること。また、適切に試験を実施できること。
- また、ここでの申請者については、あと施工アンカー製品の製造者のほか、当該接着系あと施工アンカーを使用して改修工事を行う場合の建物の所有者、設計者、施工者などが想定される。

2.4.4.2 試料

- (1) 試料
試料の製作は、性能試験実施者が行うか、もしくは性能試験実施者立ち会いのもとで申請者が行う。試料の製作時の環境は $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の室内とする。
- (2) 試料の形状、寸法
試料の形状および寸法は、長さ約 75 mm、幅約 25 mm、厚さ 3 ± 0.2 mm とする。
- (3) 試料の製作方法
試料の製作方法は、JIS K 6919 の 5.2.3 試験片の作り方による。ただし、試料に用いる接着剤はあと施工アンカー製品のカートリッジから吐出されたものとする。試料の養生期間は、申請者が定める硬化に必要な時間以上とし、 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の室内に静置する。
- (4) 試料数量
試料数量は 3 体を標準とする。

〔解説〕

- (1～4) 試料については、JIS K 6919 の規定を標準として製作するが、カートリッジから吐出されたものを試験片とする点が異なる。また、圧縮強さ試験等の資料製作に使用した樹脂板とは厚さが異なるため、同様の方法で厚さ 3 mm のスペーサにより樹脂板を製作し、所定の寸法に切り出して加工するといよい。

2.4.4.3 試験方法

- (1) 試料質量の測定
試験前の試料の質量を 0.01 g の精度で測定する。

(2) アルカリ浸漬および乾燥

容量約 1 L の丸底フラスコの中に 10%の水酸化ナトリウム溶液約 500 ml を入れ、貫流冷却装置をつけて加熱する。水酸化ナトリウム溶液が沸騰し始めたら直ちに試料を静かに入れ、さらに加熱を続ける。煮沸中は、試験片が互いに接触しないようにしなければならない。溶液中で 100 時間煮沸した後、試料を取り出して流水中で水洗し、乾燥した清浄なガーゼなどで拭いてから、100℃の空気浴中で 2 時間乾燥する。

(3) 浸漬後の試料の観察

試料を目視で観察し、ひび割れや欠損の有無を調べる。

(4) 浸漬後の試料の質量の測定

乾燥後の試料の質量を 0.01 g の精度で測定する。

〔解説〕

(1～4) アルカリ煮沸の方法も JIS K 6919 の規定に従う。試料の観察では、浸漬前後の比較を行うため、浸漬前後の外観を写真として記録・保存しておく。浸漬後の観察では、ひび割れや欠損が生じていないかを目視で確認できる範囲で確認する。

2.4.4.4 試験結果の整理

(1) 質量減少率の整理

試料ごとの質量減少率は(2.4.8)式によって算出する。3 体の質量減少率の平均を求める。

$$W_{al} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2.4.8) \text{式}$$

ここで、 W_{al} : 質量減少率(%)

W_1 : アルカリ浸漬前の試料質量(g)

W_2 : アルカリ浸漬後の試料質量(g)

(2) 試料の観察結果の整理

試料の観察結果から、試料 3 体のうち 2 体以上にひび割れまたは欠損が無ければ、ひび割れや欠損がないと判断する。

〔解説〕

試験の結果、資料を目視観察し、2/3 以上の試験体にひび割れや欠損が無ければ、ひび割れや欠損はないと判断する。

2.4.4.5 報告

試験結果は、以下の項目について報告する。

- (1) 性能試験実施者に関する事項(試験担当者の氏名・所属)
- (2) 試験実施日程に関する事項(試料製作日、試験実施日)
- (3) 試験の対象とした製品に関する事項(申請者、製品名、ロット番号)
- (4) 試料ごとの質量測定結果および質量減少率、質量減少率の平均
- (5) 試料の観察結果(写真および観察結果の報告)
- (6) 試験体製作時の施工品質管理データ
- (7) その他試験実施における特記事項

〔解説〕

- (1) 適切な施工ができていることを示すために、性能試験実施者の保有している資格を明記する。
- (2) 試験体製作日、試験実施日および接着剤の硬化養生期間を明示する。
- (3) あと施工アンカー製品に関する事項として、申請者である製造会社名称、製品名称とそのロット番号を明示する。
- (4) 各試験体の質量測定結果、質量減少率、およびその平均値を明示すること。
- (5) 各試験体の観察記録および状況写真を添付すること。
- (6) 試験体製作時の施工品質管理データとして、環境条件および試験体寸法等を明示すること。
- (7) 再試験を実施した場合、その原因について記載すること。

【付録 3】 接着系あと施工アンカーの引張、せん断試験時の載荷速度が試験結果に与える影響^{2,6)}

(1) 試験の目的

本報では、引張試験とせん断試験における載荷速度の影響が試験結果に与える影響の把握を目的とする。今回用いる接着系あと施工アンカーは、ハンマードリル穿孔を行い、接着剤としてエポキシ樹脂を用いた試験を実施した。

(2) 試験体

母材コンクリートの寸法は 1800 mm×1800 mm×350 mm である。アンカー筋は、ねじ節鉄筋 D19(SD345)を選定し、施工は「第 1 種あと施工アンカー施工士」の有資格者が室内で実施した。試験体数量は、引張試験用 17 本、せん断試験用 15 本とした。アンカー筋およびコンクリートの材料特性の一覧を付表 3.1 に示す。

付表 3.1 材料一覧

試験項目	アンカー筋(D19, SD345)		穿孔径 (mm)	穿孔長 (mm)	コンクリート強度	
	降伏点(N/mm ²)	引張強さ(N/mm ²)			圧縮強度(N/mm ²)	静弾性係数(kN/mm ²)
引張	377	588	25	190	40.5	34.4
せん断				135	36.6	33.7

(3) 試験方法

試験方法は、文献^{1,3)}に基づき試験を実施した。試験実施状況を付図 3.1 に示す。載荷は単調試験とし、手動または電動ポンプを用いて油圧ジャッキによる加力を行った。測定装置は、文献^{1,3)}の測定精度を満足するものを用いた。

試験条件は、載荷速度 3 水準にて実施した。目標とした載荷速度は、遅い速度(以下、低速)を想定した「slow」試験体は 1 秒間で 0.2 N/mm²、中間の速度(以下、中速)を想定した「middle」試験体は 3.0 N/mm²、早い速度(以下、高速)を想定した「fast」試験体は 10.0 N/mm² とした。実際の載荷速度の計測は、データロガーにて 1 秒間のインターバル計測を行った。合計 15 本の試験体は、引張試験、せん断試験共に載荷速度のパラメータ毎に各 5 体とした。加えて、引張試験では、手動ポンプを用いた場合に実施できる最大速度となる載荷を想定した「man」試験体を 2 体で実施した。試験体記号は、引張試験は、名称の頭文字に「T」を、せん断試験では「S」を付した。なお載荷速度が高速の試験では、載荷開始から試験終了(鉄筋破断)まで 1 分程度で加力を終える必要があるため、手動ポンプを用いた場合では載荷速度を均一とする荷重制御が難しいことが挙げられる。



付図 3.1 試験実施状況

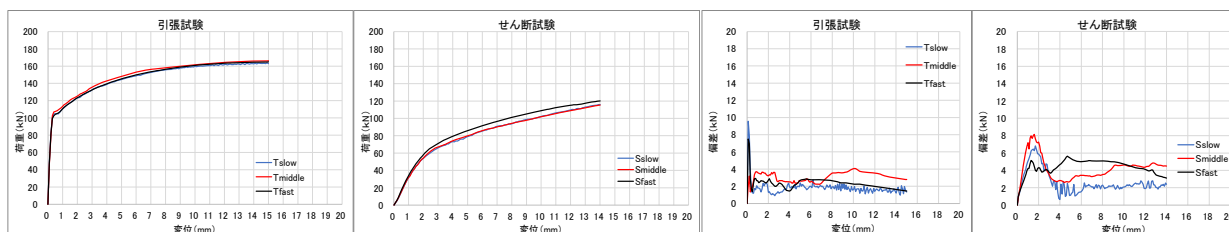
(4) 試験結果

破壊形式は、引張試験、せん断試験共に、全てアンカー筋の破断となった。引張試験では、平均値に

よる荷重－変位曲線(すなわち、0.1 mm ごとの荷重値)は載荷速度の違いによる差異はなく、ばらつきは小さいことが確認された。一方せん断試験では、Sfast 試験体と Smiddle 試験体の 0.1 mm ごとの荷重値は同様な値にあるが、Sfast 試験体は他の 2 試験体と比較して、荷重値が幾分高い値となった。(付図 3.2 参照)

引張試験については荷重値、変位およびその偏差に載荷速度による大きな差異は確認されなかったが、せん断試験では載荷速度が高速になると、値にばらつきが生じる傾向を示した。これは載荷速度が速いと、接着剤がつぶれ、鉄筋がコンクリートに直接接触していることが影響している(付図 3.3 参照)ものと考えられる。なお、「fast」試験体の載荷速度について実測で 10 N/mm^2 を下回るものがあり、高速の載荷速度を一定に制御するのは難しい結果となった。また引張試験で実施した Tman 試験体では、手動ジャッキを用いて実施できる最大速度となる加力を行ったが、試験開始から終了まで均一な載荷速度で制御することは難しく、2 体でも載荷速度に差を生じる結果となった。

試験時間(加力開始から最大荷重まで、5 体の平均)では、引張試験は、「低速」48 分 30 秒、「中速」3 分 23 秒、「高速」1 分 9 秒となり、せん断試験は、「低速」36 分 3 秒、「中速」2 分 27 秒、「高速」41 秒となった。結果から、「低速」での試験では、他と比べ試験時間が大幅に要することを確認した。



付図 3.2 荷重-変位曲線

付図 3.3 各変位における偏差の推移

(5) 評価結果

文献^{1.3)}に基づき、終局引張耐力、引張剛性、終局せん断耐力、せん断剛性の評価を行った。結果から、全ての評価にてスチューデントの t 分布仮定を満たすことを確認し、得られた値が 95%以上の信頼性があることを確認した。

(6) まとめ

エポキシ系あと施工アンカーの引張、せん断試験について載荷速度が試験結果に与える影響を確認した。「低速」 0.2 N/mm^2 では、長い試験時間を要する試験となり、「高速」 10 N/mm^2 では載荷速度を一定に制御することが難しく、かつせん断試験結果にばらつきを生じる結果となった。以上の結果から、今回の試験の範囲においては、載荷速度は「中速」 3.0 N/mm^2 以下が安定的であるとの結論に至った。なお、課題として、今回は接着剤をエポキシに限定して試験を実施したため、その他の接着剤やコンクリート強度が異なる場合について今後も検討を重ねる必要があると考えている。

第3章 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能実験

1.3.7 項に示す接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に係る構造性能評定の申請資料に記載すべき構造性能実験結果は、本章で示す構造性能実験の実施に基づき記載する。

3.1 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能実験

3.1.1 試験体のパラメータの設定、試験体数

構造性能実験は、本ガイドラインの対象とする接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の適用範囲や設計指針の妥当性を確認する目的で行う。すなわち、適用部位を想定した試験体を用いて、適用対象に作用する外力を想定した載荷実験を行い、構造性能を確認することを目的とする。そのため、パラメータおよび試験体数は、適用範囲を明確化し、設計指針の妥当性を確認できるように定めなければならない。試験体は、原則として申請する接着系あと施工アンカーを用いる構造部材の全てに対して接着系あと施工アンカーを用いた試験体と先付け鉄筋を用いた試験体を製作する。

〔解説〕

試験体は申請される適用範囲に応じた必要な数量とし、接着系あと施工アンカーを用いた場合と先付け鉄筋を用いた場合の構造性能を比較する。原則として適用範囲の中で最も厳しい条件を選定できる場合はそれを再現する試験体を製作し、それ以外は適用範囲を包絡する試験体のパラメータを適宜設定する。

また、設計方法を整備するために必要となる構造性能実験は別途実施することが望ましい。例えば、埋込み長さの長いあと施工アンカー単体の付着性能の確認試験や接着系あと施工アンカー特有の脆性的な破壊が先行する構造部材実験など。

3.1.2 試験体の形状、寸法、縮尺等

(1) 形状・寸法

試験体の形状、寸法は、接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に、荷重および外力が作用した場合の挙動を再現できるように計画する。

(2) 縮尺

試験体の縮尺は、原則として実大とする。

〔解説〕

- (1),(2) 試験体の形状、寸法は、接着系あと施工アンカー用いる構造部材として申請する構造部材に応じて下記とする。下記に記載以外の構造部材は、下記を考慮しアンカー筋および接着系あと施工アンカーを用い構造部材の荷重および外力とその組合せや大きさが作用した時の挙動を再現できる試験体とする。なお、縮尺は原則として実大とし、アンカー筋を埋め込む部材は、実際に適用する部材形状および配筋を同一にする。

3.1.3 試験体に用いる使用材料

接着系あと施工アンカーおよび接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に用いる材料は、設計指針に定める適用範囲のものとする。

〔解説〕

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料およびアンカー筋を埋め込む部材に使用する材料は適用範囲の中から適切に選定する。なお、埋め込む部材に使用するコンクリートの圧縮強度

は、適用するうちの最小値を選定すればよい。

また、別途実施する設計方法を整備するために必要となる構造性能実験においては、想定する破壊とするために必要な材料を適切に選定すればよい。

3.1.4 試験体の設計および製作

接着系あと施工アンカーを用いる構造物材を模擬した試験体は、設計指針に従って設計を行う。また、試験体の製作は、施工指針に従う。

〔解説〕

試験体は、設計指針および施工指針に従って設計・製作する。特定の破壊モードの設計式の余裕度などを確認できるよう計画する。例えば、接着系あと施工アンカーを用いた新設壁開口補強におけるのせん断強度を確認する場合は、せん断破壊型として計画する必要がある。

接着系あと施工アンカーを用いる構造物材の試験体の断面や配筋は、申請する適用範囲のうち最小のものとする。

適用範囲に低強度コンクリートを含む場合は、あと施工アンカー単体の性能試験で実施した施工方法で試験体を製作すること。

3.1.5 載荷方法、載荷サイクル

構造性能実験における載荷は、構造性能を確認するための方法で実施する。

〔解説〕

構造性能実験は、実構造物中で想定される荷重状態を再現する載荷方法とする。また、地震などの短期荷重を想定する場合は、繰返し載荷とする。長期荷重を想定する場合は、一定量の積載荷重を想定した荷重による長期載荷実験を行う。

3.1.6 測定項目、測定方法等

計測は、構造性能を確認するために必要な項目について行う。

〔解説〕

構造性能実験に用いる材料特性を確認する。試験体と同一養生した供試体を用いた材料試験により、コンクリートの圧縮強度、静弾性係数、割裂強度を確認する。また、試験体に用いたものと同一ロットの試験片により、アンカー筋や部材に用いる鉄筋の降伏強度、静弾性係数、引張強度を確認しておく。

実験時の計測項目は、構造物材の変形状態を把握するための全体変位や部分的な変位のほか、アンカー筋や鉄筋のひずみ計測である。また、耐力壁脚部の基礎梁との相対ずれ量や、目開きなど、構造物材の構成により、局所的な変位を計測する。さらに、コンクリート部分のひび割れ状況を観察・記録する。

実験時の計測は、接着系あと施工アンカーを用いた場合と先付け鉄筋を用いた場合の有意差の有無が確認できるよう計画する。

なお、アンカー筋にひずみゲージを貼付してひずみ度を計測する場合、穿孔径に注意する必要がある。ゲージのリード線が接着剤注入部に存在することで、アンカー挙動に悪影響を及ぼす可能性があるためである。必要に応じて穿孔径を大きくしなければならないが、そのような場合には、穿孔径の大きさの違いが部材の挙動に及ぼす影響を確認しておく必要がある。

3.1.7 実験結果

実験結果は、構造性能を確認するために必要な項目について確認する。比較対象試験体と比較することで構造性能の妥当性を示す。

〔解説〕

実験結果は、試験体の荷重～変形関係、各部の局所的な変位やずれ挙動、鉄筋等の歪度、ひび割れ発生状況などについて比較、検証する。接着系あと施工アンカーを用いた構造部材が先付け鉄筋を用いた構造部材と同等以上であることを確認する。

3.1.8 設計指針への反映

構造性能実験結果は、設計指針に反映しなければならない。

〔解説〕

作成した設計指針に基づいて構造性能実験を行った場合、設計指針の妥当性を検証し、特に新たな知見が得られた場合は、必要に応じて設計指針に反映する。

長期応力を負担する構造部材の載荷期間は、長期たわみの進展が十分に収束するまでとなるが、収束前に実験を終了する場合には、十分な安全率を設定するなど設計指針への反映が必要となる。（【付録4】参照）

【付録 4】 接着系あと施工アンカーを使用した RC 造床スラブの長期たわみ性状^{3,1)}

(1) はじめに

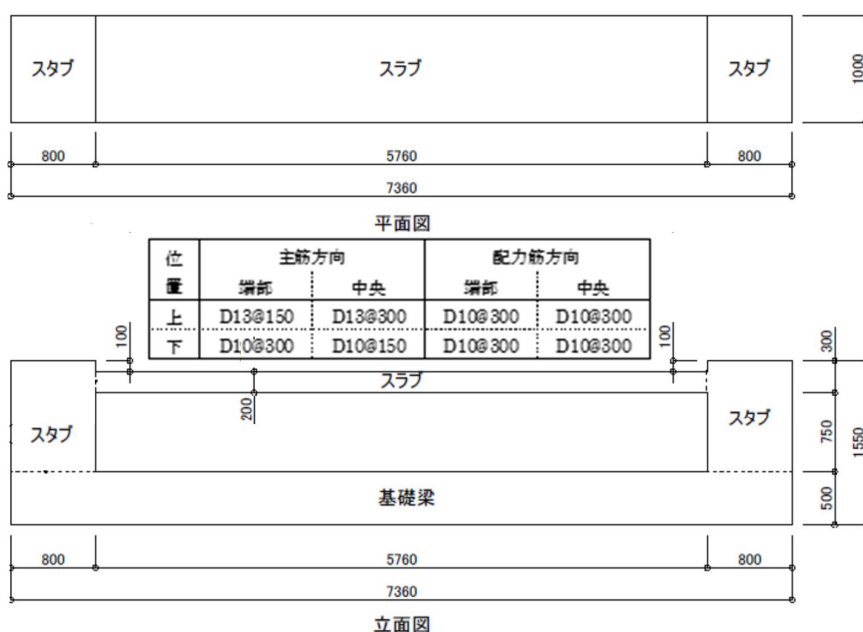
既存建築物への増設を想定した両端固定一方向スラブの主たる鉄筋の定着に接着系あと施工アンカーを用いた試験体，ならびにその比較として通常の先付け工法で定着した試験体を製作し，長期荷重の載荷実験を 2016 年 2 月より開始し長期計測している．本付録では，2021 年 9 月までの約 5 年 6 か月経過時点での計測結果を基に RC 造床スラブの長期たわみ性状および接合筋に使用した鉄筋の引張応力度について示す．

(2) 実験概要

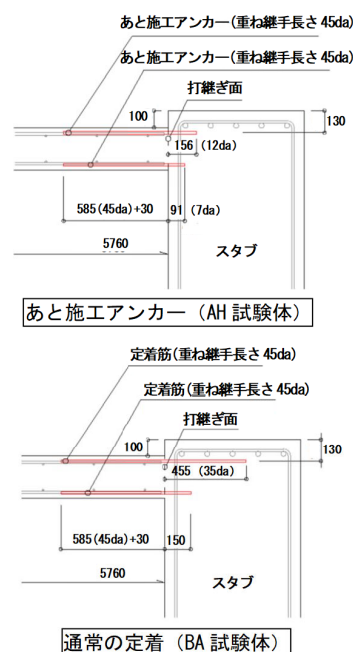
1) 試験体

試験体の基本形状を付図 4.1 に，スラブ端部のスタブとの接合部を付図 4.2 に示す．試験体は，スラブの主たる鉄筋の定着に接着系あと施工アンカーを用いた試験体(AH 試験体)，ならびに通常の先付け工法を用いた試験体(BA 試験体)の各 1 体である．

試験体のスパンは既存建物を想定して 5,760 mm の内法として，両スタブを基礎梁で接合している．試験体は，単位幅(1,000 mm)の一方向スラブとし，スラブ厚さは既存建物のスラブを増設することを前提としていることから 200 mm とした．



付図 4.1 試験体基本形状



付図 4.2 スラブ端部接合部

2) 使用材料

コンクリートは，基礎梁部分では乾燥収縮ひずみをできる限り小さくすべく呼び強度 36 N/mm²とし，スラブおよびスタブ部分は既存建物を想定して呼び強度 18 N/mm²とした．接着系あと施工アンカーは，注入方式有機系エポキシ樹脂を用いた．

3) 載荷方法

載荷荷重は，既存建物で想定する床仕上げ荷重 0.7 kN/m²に積載荷重 1.8 kN/m²を加え，合計 2.5 kN/m²とした．載荷は，鉄筋束を等分布荷重としてスラブ上面に均等に配置した．

4) 計測方法

各試験体のスラブ中央部の鉛直変位を計測するため，基礎梁に固定した固定治具に変位計を取り付けた．また，付図 4.3 に示すようにスラブ端部接合筋にひずみゲージを貼り付けた．

(4) 変形性状

1) たわみ増加傾向

各試験体のたわみ変化量の経過を付表 4.1 に示す。各試験体とも載荷開始から約半年間は急激にたわみ量が増加しているが、載荷後 2.5 年が経過する 2018 年までは 1 mm 前後の変化量で維持し、その後は 1 mm 未満の微小な増減を繰り返している。

各試験体の特徴としては、AH 試験体に比べて BA 試験体は初期段階からたわみがやや大きく、載荷後 1 年半が経過した 2017 年 12 月頃から 2018 年 2 月頃にかけて AH 試験体のたわみが増加し、BA 試験体のたわみに近づく傾向を示している。その後、約 5 年 6 か月経過時点まで、両試験体のたわみの傾向はほぼ同じ傾向を示している。

たわみ増加傾向が異なる期間が見られたが、約 5 年 6 か月にわたる載荷期間を通してのたわみ増加傾向という点においては、接着系あと施工アンカー使用の有無による大きな違いは見られなかった。

付表 4.1 たわみ変化量の経過

試験体／経過年数		初期値	0.5年	1年	1.5年	2年	2.5年	3年	3.5年	4年	4.5年	5年	5.5年
AH	たわみ量(mm)	0.00	-12.49	-13.67	-14.71	-15.48	-16.55	-16.51	-17.08	-16.90	-17.69	-17.39	-17.56
	変化量(mm)	0.00	-12.49	-1.18	-1.05	-0.77	-1.07	0.04	-0.56	0.18	-0.80	0.31	-0.17
BA	たわみ量(mm)	0.01	-13.58	-14.62	-15.61	-15.83	-16.86	-16.49	-17.18	-17.06	-17.93	-17.59	-17.80
	変化量(mm)	0.00	-13.59	-1.04	-0.99	-0.23	-1.03	0.37	-0.70	0.12	-0.87	0.34	-0.21

2) たわみ増大率

現時点の各試験体のたわみ量を弾性たわみに対する測定結果の比(たわみの増大率)にすると、設計上のたわみ量は -1.46 mm で、一般的なたわみ増大率 $\kappa=16$ を考慮すると -23.3 mm となる。約 5 年 6 か月経過時点での AH 試験体のたわみ量は -17.6 mm 、BA 試験体では -17.8 mm である。いずれも余裕度 0.76 となり、現時点では安全側を示している。これは、接着系あと施工アンカーの使用の有無によらず、ほぼ同じである。

3) スラブ端部接合筋の応力度

付表 4.2 に現時点で得られている各試験体のスラブ端部接合筋の最大ひずみから負担している応力度を算出した結果を示す。接着系あと施工アンカー部分の長期許容応力度比は 49.1%から 50.5%となっている。

付表 4.2 スラブ端部接合筋の応力度

項目	AH試験体					BA試験体				
	アンカー部分		スラブ内			定着部分		スラブ内		
	A1	A2	A3	A4	A5	T1	T2	T3	T4	T5
ひずみ(μ)	471	484	393	306	253	566	596	649	542	381
推定応力度(N/mm^2)	96.6	99.2	80.6	62.7	51.8	116.0	122.1	132.9	111.1	78.1
鉄筋の降伏点強度比	0.327	0.336	0.273	0.213	0.175	0.393	0.414	0.451	0.377	0.265
長期許容応力度比	0.491	0.505	-	-	-	-	-	-	-	-

※鉄筋の降伏点強度 $=295(\text{N}/\text{mm}^2)$ 、鉄筋のヤング係数 $=2.05(\times 10^5 \text{N}/\text{mm}^2)$ 、アンカーの長期許容応力度 $=196.7(\text{N}/\text{mm}^2)$

(5) まとめ

接着系あと施工アンカーを用いた RC 造床スラブの長期たわみ性状を示すことを目的として実施した実験により得られた結果を示した。約 5 年 6 か月経過時点において、接着系あと施工アンカーの使用の有無による明確な違いは確認されていない。ただし、載荷後 2 年程度経過した際に何らかの原因で接着系あと施工アンカー試験体の変形が先付け定着試験体と同程度の値になるまで増加したことから、構造部材の長期性能を把握するための実験における計測期間は適切に設定することが望ましい。

(参考文献)

- 1.1) 日本建築防災協会:2017 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針 同解説, 2017
- 1.2) 日本建築学会:各種合成構造設計指針・同解説, 2010
- 1.3) 建築研究所:接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能評価方法に関する検討, 建築研究資料 No.200, 2020.7
- 1.4) 国土交通省:あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針, 平成 18 年 7 月
- 1.5) 日本建築防災協会:2017 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準 同解説, 2017
- 1.6) 川西 泰一郎, 梶田 佳寛, ほか:構造体コンクリートの強度評価におけるコア本数と信頼性, 日本建築学会構造系論文集 第 75 巻 第 649 号, pp.469～474, 2010.3
- 1.7) 加賀敏明, 有木克良ほか:注入方式あと施工アンカーの施工品質確認のための検査方法の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集 pp.113～114, 2021
- 1.8) 石原 力也:コンクリートのひび割れがあと施工アンカーの引抜き挙動に与える影響の評価方法, 岐阜大学博士論文, 2021.3.25
- 1.9) 濱崎 仁:ひび割れが生じたコンクリートに対する接着系あと施工アンカーの付着強度および変形性状の評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.42, No.1, pp.1420～1425, 2020
- 2.1) 市橋 重勝, 山本 泰稔, ほか:低強度コンクリートに接着した接着系あと施工アンカー筋の挙動に関する実験的研究: その 1. 低強度コンクリートの定義と実験概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集 2000(構造Ⅳ), 2005.7
- 2.2) 山本 泰稔, 秋山 友昭, ほか:鋼板内蔵型外付け補強工法による既存低強度コンクリート造架構の補強実験:(その 1)RC 部材の性能実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集 2005(構造Ⅳ), 2000.7
- 2.3) 南部 禎士, 向井 智久, ほか:接着系あと施工アンカーの付着強度に与えるアンカー筋の種類や径の影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集 2020(構造), 2020
- 2.4) 久保田 龍太, 濱崎 仁, ほか:環境温度が接着系あと施工アンカーの付着強度および剛性に及ぼす影響, あと施工アンカーの耐久性評価と設計方法の高度化に関するシンポジウム論文集, pp.183～190, 2016.6
- 2.5) 本橋 健司, 濱崎 仁, ほか:接着系あと施工アンカーの耐アルカリ性評価と接着用樹脂のアルカリ劣化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2017.8
- 2.6) 上村 昌平, 小森谷 誠, ほか:接着系あと施工アンカーの引張, せん断試験時の載荷速度が試験結果に与える影響, 日本地震工学会・大会, 2021.11
- 3.1) 香取慶一, 向井智久, ほか:接着系あと施工アンカーを用いた部材の構造特性評価に関する研究 その 27 試験体スラブの長期試験(載荷開始後 59 か月経過時点での測定結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2021

接着系あと施工アンカー 強度指定申請ガイドライン (原 案)

付 録

(申請例 1) あと施工アンカー単体を申請する場合

(申請例 2) 低層鉄骨階段の柱脚に接着系あと施工アンカーを用いる場合

(申請例 3) 既存耐力壁開口設置に伴う開口際の縦補強筋に接着系あと施工アンカーを用いる場合

(申請例 4) スラブ設置に伴う定着筋に接着系あと施工アンカーを用いる場合

強度指定申請書(案)・品質評定証明書(案)・評定書(案)

（申請例 1）あと施工アンカー単体を申請する場合

申請例 1 は、接着系あと施工アンカー単体の申請資料作成の雛形を記載したものである。接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の申請資料には、本ガイドラインの **1.2 節**に記載の項目と内容を記載する。

＜申請するあと施工アンカーの適用範囲＞

1) 製品名称および製造会社名

〇〇〇〇〇アンカー／A 株式会社

2) あと施工アンカーの分類

接着系あと施工アンカー注入方式カートリッジ型ミキシングノズル式(エポキシ樹脂系)

3) 基準付着強度

10 N/mm²

4) 適用範囲

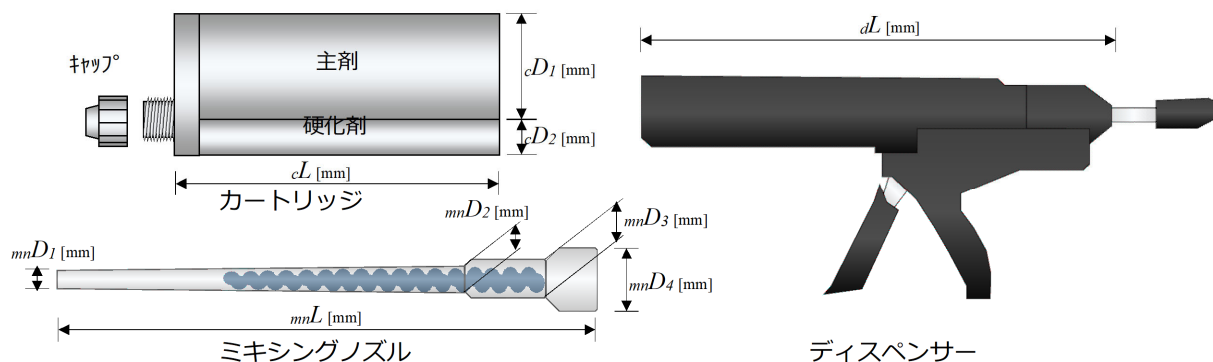
- ・ 穿孔方法 : ハンマードリル
- ・ 母材 : 普通コンクリート $18 \leq F \leq 36 \text{ N/mm}^2$
- ・ アンカー筋の種類 : 異形棒鋼 (JIS G 3112)
- ・ アンカー筋の種別 : SD295, SD345
- ・ アンカー筋の呼び径 : D10~D25
- ・ 有効埋込み長さ : $7d_a \sim 20d_a$ かつ 300 mm 以下
- ・ 施工方向 : 下向き, 横向き, 上向き

5) 環境条件

- ・ 屋外使用の可否 : 可
- ・ 施工時温度 : 5~35℃
- ・ 硬化後温度 : 5~35℃

1. 構成部品

(1) 容器の材料,形状,寸法,内容量およびこれらの許容差



	カートリッジ	ミキシングノズル	ディスペンサー
材質	パック: Al ラミフィルム 口金: 高密度 PE	ポリプロピレン	本体: 強化ナイロン センターロッド: スチール 押しロッド: SUS
形状	上図参照	上図参照	上図参照
内容量	主剤: 320mℓ 硬化剤: 32mℓ	—	—
各寸法	L [mm]	215.0 ± 2.0	326.0 ± 1.0
	D_1 [mm]	46.3 ± 0.2	—
	D_2 [mm]	14.3 ± 0.2	—
	D_3 [mm]	—	12.5 ± 0.3
	D_4 [mm]	—	24.0 ± 0.8

申請例図 1.1 容器の材料,形状,寸法,内容量およびこれらの許容差

- ・カートリッジ : 容器は接着剤と科学的な反応が生じることのない材料を使用し, 紫外線などによる接着剤の劣化に対しても問題ない. また, 容器内では主剤と硬化剤が接触し硬化反応を示すことのない構造となっている.
- ・ミキシングノズル : ミキシングノズル内のスタティックミキサー(スパイラル羽根=14)により, 主剤と硬化剤が均一に混練される.(攪拌回数: $2^{14}=16,384$ 回に相当)
- ・ディスペンサー : カートリッジ内に収容した主剤と硬化剤を適切な配合でミキシングノズル内に流入させ, ミキシングノズル先端部より均一な混合物を吐出する.(ただし, 吐出開始時の 10ml は捨てショットを行う)

(2) 接着剤の材料および骨材の材料

- ・主剤 : ○○○○○○(例:ビスフェノール樹脂)
- ・硬化剤 : ○○○○○○(例:ベンゾイルパーオキサイド)
- ・細骨材 : ○○○○○○(例:炭酸カルシウム), 平均粒径○○φ
- ・フィラー : ○○○○○○(例:シリカ), 比表面積○○±○○m/g
- ・毒物劇物指定 : 無 (有無を記入)

(3) 接着剤および骨材の重量比率と許容差

- ・主剤と硬化剤の重量比率 = ○○±○ : ○
- ・主剤中の細骨材+フィラー重量比 = ○○±○重量%
- ・硬化剤中の細骨材+フィラー重量比 = ○○±○重量%

(4) 硬化後の接着剤の物性

(a) 圧縮強さおよび圧縮弾性率試験

(試験実施機関：〇〇〇〇試験所)

全ての試料の圧縮強さが、判定値である 50N/mm^2 (有機系でフィラーを含む場合) を満足することを確認した。また、全ての試料の圧縮弾性率が、判定値である $9.8 \times 10^2 \text{N/mm}^2$ (有機系でフィラーを含む場合) を満足することを確認した。試験結果を申請例表 1.1 に示す。(試験体数:5 体)

申請例表 1.1 圧縮強さおよび圧縮弾性率試験結果一覧

試験体名	圧縮強さ [N/mm ²]	圧縮弾性率 [N/mm ²]
No.1	80.3	4124
No.2	64.4	2213
No.3	61.2	2157
No.4	86.2	8967
No.5	57.7	2346

(b) 接着試験

(試験実施機関：〇〇〇〇試験所)

接着強度の平均値が、申請する基準付着強度(10N/mm^2)の 1.5 倍以上であることを確認した。試験結果を申請例表 1.2 に示す。(試験体数:5 体)

申請例表 1.2 接着力試験結果一覧

試験体名	接着強度 [N/mm ²]	平均値 [N/mm ²]
No.1	37.31	36.82
No.2	37.80	
No.3	35.31	
No.4	37.40	
No.5	36.27	

(c) 燃焼試験

(試験実施機関：〇〇〇〇試験所)

不燃残分率の平均値を算出し、偏差(平均値からの差)が 3%以下であることを確認した。試験結果を申請例表 1.3 に示す。(試験体数:3 体)

申請例表 1.3 燃焼試験結果一覧

試験体名	不燃残分率 [%]	平均値 [%]
No.1	62.83	62.28
No.2	62.15	
No.3	61.86	

(d) 耐アルカリ性試験

(試験実施機関：〇〇〇〇試験所)

質量減少率の平均値を算出し、その値が 10%以下であることを確認した。また、アルカリ浸漬後の 2 体以上の試料にひび割れや欠損が無いことを確認した。試験結果を申請例表 1.4 に示す。(試験体数:3 体)

申請例表 1.4 耐アルカリ性試験結果一覧

試験体名	質量減少率 [%]	平均値 [%]	ひび割れ・欠損 の有無
No.1	5.23	4.74	無
No.2	4.74		無
No.3	4.25		無

(5) 構成材料の製造時品質管理

(a) 主剤及び硬化剤各々の構成する原材料の受入時の品質管理項目, 判定基準, 頻度

- ・ 品質管理項目 : 受入れる原材料の納入伝票の確認等, 社内規格に定めた管理項目について確認する. 詳細は, 添付(例:QC 工程表の受入検査(a))に示す.
- ・ 判定基準と頻度: 社内規格に定められた判定基準と頻度とする. 詳細は, 添付(例:QC 工程表の受入検査(a))に示す.

(b) 主剤及び硬化剤調合時における品質管理項目と判定基準と頻度

- ・ 品質管理項目 : 社内規格に定められた品質管理項目の確認を行う. 詳細は, 添付(例:QC 工程表の主剤・硬化剤の調合工程(b))に示す.
- ・ 判定基準と頻度: 社内規格に定められた判定基準と頻度とする. 詳細は, 添付(例:QC 工程表の主剤・硬化剤の調合工程(b))に示す.

(c) 主剤及び硬化剤の調合後の検査項目, 判定基準, 頻度

- ・ 検査項目 : 社内規格に定めた検査項目とし, 詳細は, 添付(例:QC 工程表の中間検査(c))に示す.
- ・ 判定基準と頻度: 社内規格に定めた判定基準と頻度とし, 詳細は, 添付(例:QC 工程表の中間検査(c))に示す.

(d)品質管理データの管理内容

- ・ データ管理 : 品質記録として保管する.
- ・ 保存期間 : ○年間(例:5 年間, 規定されている社内文書(例:「○○○○○」)の規定による)

(6) アンカー筋の種類,形状,外観

- ・ 種類 : 異形棒鋼
- ・ 先端形状 : 寸切り
- ・ 外観 : 
- ・ 径 : D10~D25

(7) アンカー筋の材質,表面処理

- ・ 材質 : JIS G 3112

(8) アンカー筋の強度

- ・ 強度 : D10, D13, D16 : SD295
D19, D22, D25 : SD345

2. 製品および母材

(1) 製造時品質管理

(a) 製品の製造時における品質管理項目と判定基準と頻度

ISO 9001 に基づく管理方法による

- ・ 品質管理項目 : 社内規格に定められた品質管理項目について確認する. 詳細は, 添付(例:QC 工程表の製造(d))に示す.
- ・ 判定基準と頻度: 社内規格に定められた判定基準と頻度とする. 詳細は, 添付(例:QC 工程表の製造(d))に示す.

(b) 製品製造後の検査項目と判定基準と頻度

- ・ 検査項目 : 社内規格に定められた検査項目とし, 詳細は, 添付(例:QC 工程表の製品検査(e))に示す.
- ・ 判定基準と頻度: 社内規格に定められた判定基準と頻度とし, 詳細は, 添付(例:QC 工程表の製品検査(e))に示す.

(c) 製品品質管理データの管理内容

- ・ データ管理 : 品質記録として保管する.
- ・ 保存期間 : ○年間(例:5 年間, 規定されている社内文書(例:「○○○○○」の規定による))

(d) 製造後の使用期間

- ・ 製造後○年

(2) 母材の種類

- ・ 普通コンクリート JIS A 5308

(3) 母材の圧縮に対する材料強度

- ・ $F_C=21 \text{ N/mm}^2$ 以上、 36 N/mm^2 以下

(4) 終局引張耐力

(試験実施機関 : ○○○○試験所)

終局引張耐力が, 破壊形式に応じて(2.1.1)式から(2.1.3)式による計算値に対して 95%以上の信頼性を有することを確認した. 試験結果を申請例表 1.5 に示す. (試験体数:各 5 体($t=2.132$))

(a) コーン破壊したアンカーの終局引張耐力計算値

$$T_{cc}=0.23\sqrt{\sigma_B} \cdot A_c \dots\dots\dots (2.1.1) \text{式}$$

ここで, T_{cc} : コーン破壊したあと施工アンカーの終局引張耐力計算値(N)

σ_B : 試験体コンクリートの試験実施日の圧縮強度(N/mm^2)

A_c : コーン状破壊面の有効水平投影面積(mm^2)で, 次式による.

$$A_c=\pi \cdot \ell_e \cdot (\ell_e+d_a)$$

ℓ_e : アンカー筋の有効埋込み長さ(mm)で次式による. なお, アンカー筋先端形状を寸切りとした場合は, $\ell_e=L$ とする.

L : アンカー筋の埋込み長さ

d_a : アンカー筋の呼び径(mm)で, 異形鉄筋の場合, 呼び名に用いた数値.

(b) 付着破壊したアンカーの終局引張耐力計算値

$$T_{cb}=\tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot \ell_e \dots\dots\dots (2.1.2) \text{式}$$

ここで, T_{cb} : 付着破壊したあと施工アンカーの終局引張耐力計算値(N)

τ_a : 接着系あと施工アンカーの付着強度信頼値(N/mm^2)で, 次式による.

$$\tau_a = 10 \sqrt{\frac{\sigma_B}{2I}}$$

(c) アンカー筋が破壊したアンカーの終局引張耐力計算値

$$T_{mu} = m\sigma_u \cdot sa_e \quad \dots\dots\dots (2.1.3)式$$

ここで, T_{mu} : アンカー筋が引張破断したアンカーの終局引張耐力計算値(N)

$m\sigma_u$: アンカー筋の引張強さ(N/mm²) $m\sigma_u = 1.1\sigma_y$

σ_y : アンカー筋の規格降伏点(N/mm²)

sa_e : アンカー筋の公称断面積(mm)

(5) 引張剛性

(試験実施機関 : ○○○○試験所)

あと施工アンカーの軸方向変位量が, コンクリートの圧縮強度の水準毎, アンカー筋の種別・径毎に

(a), (b)の条件を 95%以上の信頼性にて満たすことを確認した. 試験結果を申請例表 1.5 に示す. (試験体数:各 5 体($t=2.132$))

(a) $\min.\{2/3 \cdot T_{my}, 0.4T_{cc}, 0.4T_{cb}\}$ 時における軸方向の変位量 $\delta_{(a)}$ が, 0.3 mm 以下

(b) $\min.\{T_{my}, 0.6T_{cc}, 0.6T_{cb}\}$ 時における軸方向の変位量 $\delta_{(b)}$ が, 1.0 mm 以下

ここで, T_{my} : アンカー筋の降伏引張耐力(N)で, 次式による.

$$T_{my} = \sigma_y \cdot sa_e \quad \dots\dots\dots (2.1.7)式$$

申請例表 1.5 引張試験結果一覧

σ_B [N/mm ²]	アンカー筋 径(種別)	有効埋込み長 さ ℓ_e	施工 向き	終局引張耐力[kN]				引張剛性[mm]	
				95%信頼 下限値	計算値			95%信頼下限値	
					T_{cc}	T_{cb}	T_{mu}	条件(a)	条件(b)
21.0	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$	下向き	36.0	18.5	21.9	21.0	0.22	0.79
	D13(SD295)	$7d_a(91\text{mm})$		71.5	31.3	37.1	37.4	0.18	0.66
	D16(SD295)	$7d_a(112\text{mm})$		95.4	47.4	56.2	58.7	0.22	0.80
	D19(SD345)	$7d_a(133\text{mm})$		163.7	66.9	79.3	99.0	0.18	0.67
	D22(SD345)	$7d_a(154\text{mm})$		208.4	89.7	106.4	133.5	0.19	0.69
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$		222.1	115.8	137.4	174.9	0.22	0.79
	D10(SD295)	$12d_a(120\text{mm})$		38.1	51.6	37.6	21.0	0.23	0.82
	D13(SD295)	$12d_a(156\text{mm})$		59.6	87.2	63.7	37.4	0.24	0.86
	D16(SD295)	$12d_a(192\text{mm})$		130.2	132.2	96.5	58.7	0.24	0.87
	D19(SD345)	$12d_a(228\text{mm})$		246.5	186.4	136.0	99.0	0.25	0.93
	D22(SD345)	$12d_a(264\text{mm})$		210.3	250.0	182.4	133.5	0.24	0.87
	D25(SD345)	$12d_a(300\text{mm})$		266.7	322.8	235.6	174.9	0.21	0.75
	D10(SD295)	$20d_a(200\text{mm})$	横向き	49.2	139.0	62.8	21.0	0.19	0.71
	D13(SD295)	$20d_a(260\text{mm})$		75.7	235.0	106.1	37.4	0.19	0.71
	D16(SD295)	300mm		107.5	313.9	150.7	58.7	0.24	0.87
	D19(SD345)	300mm		207.1	316.8	179.0	99.0	0.20	0.71
	D22(SD345)	300mm	上向き	211.2	319.8	207.3	133.5	0.21	0.75
	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$		32.8	18.5	21.9	21.0	0.17	0.62
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$		229.2	115.8	137.4	174.9	0.22	0.81
	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$		39.5	18.5	21.9	21.0	0.21	0.77
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$		229.5	115.8	137.4	174.9	0.19	0.68
32.0	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$	下向き	43.6	18.5	21.9	21.0	0.22	0.81
	D13(SD295)	$7d_a(91\text{mm})$		73.9	31.3	37.1	37.4	0.22	0.79
	D16(SD295)	$7d_a(112\text{mm})$		91.0	47.4	56.2	58.7	0.22	0.81
	D19(SD345)	$7d_a(133\text{mm})$		109.4	66.9	79.3	99.0	0.25	0.89
	D22(SD345)	$7d_a(154\text{mm})$		149.1	89.7	106.4	133.5	0.22	0.80
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$		209.6	115.8	137.4	174.9	0.18	0.64
	D10(SD295)	$12d_a(120\text{mm})$		35.0	51.6	37.6	21.0	0.24	0.89
	D13(SD295)	$12d_a(156\text{mm})$		92.0	87.2	63.7	37.4	0.25	0.93
	D16(SD295)	$12d_a(192\text{mm})$		133.1	132.2	96.5	58.7	0.22	0.82
	D19(SD345)	$12d_a(228\text{mm})$		166.7	186.4	136.0	99.0	0.19	0.68
	D22(SD345)	$12d_a(264\text{mm})$		211.7	250.0	182.4	133.5	0.22	0.79
	D25(SD345)	$12d_a(300\text{mm})$		273.7	322.8	235.6	174.9	0.23	0.83
	D10(SD295)	$20d_a(200\text{mm})$	横向き	35.5	139.0	62.8	21.0	0.23	0.83
	D13(SD295)	$20d_a(260\text{mm})$		92.1	235.0	106.1	37.4	0.21	0.77
	D16(SD295)	300mm		139.0	313.9	150.7	58.7	0.20	0.72
	D19(SD345)	300mm		152.5	316.8	179.0	99.0	0.24	0.89
	D22(SD345)	300mm		213.9	319.8	207.3	133.5	0.19	0.70

	D10(SD295)	7d _a (70mm)	横向き	27.8	18.5	21.9	21.0	0.24	0.87
	D25(SD345)	7d _a (175mm)		248.5	115.8	137.4	174.9	0.23	0.84
	D10(SD295)	7d _a (70mm)	上向き	41.7	18.5	21.9	21.0	0.20	0.73
	D25(SD345)	7d _a (175mm)		194.5	115.8	137.4	174.9	0.21	0.78

(6) 付着強度 (試験実施機関：〇〇〇〇試験所)

付着強度の95%信頼下限値が申請する基準付着強度を満足することを確認した。試験結果を申請例表 1.6 に示す。(試験体数:各5体($t=2.132$))

・申請する基準付着強度 : 10.0 N/mm²

$$\tau_n = \frac{P_{\max}}{\pi \cdot d_a \cdot l_e} \cdot \sqrt{\frac{21}{\sigma_B}} \dots\dots\dots (2.1.10) \text{式}$$

ここで、 τ_n :個々の試験における付着強度(N/mm²)
 σ_B :試験体と同養生された母材コンクリートの圧縮強度(ただし、 $\sigma_B < 21$ の場合は $\sigma_B=21$ N/mm²)
 $P_{\max}$:付着強度試験における最大荷重(N)
 d_a :アンカー筋の呼び径(mm)
 l_e :アンカー筋の有効埋め込み長さ(mm)

申請例表 1.6 付着試験結果一覧

アンカー筋 径(種別)	有効埋め込み長 さ l_e	$\sigma_B=21.0$ [N/mm ²]		$\sigma_B=32.0$ [N/mm ²]	
		付着強度の 95%信頼下限値 [kN]	最大荷重時変位 の平均値 [μm]	付着強度の 95%信頼下限値 [kN]	最大荷重時変位 の平均値 [μm]
D10(SD295)	5d _a (70mm)	19.10	1,025	27.17	909
D13(SD295)	5d _a (91mm)	25.07	1,219	27.61	1399
D16(SD295)	5d _a (112mm)	23.43	1,248	35.06	1599
D19(SD345)	5d _a (133mm)	22.54	1,326	34.17	1246
D22(SD345)	5d _a (154mm)	20.18	1,360	26.67	1288
D25(SD345)	5d _a (175mm)	19.23	1,259	31.20	1515

(7) 終局せん断耐力 (試験実施機関：〇〇〇〇試験所)

終局せん断耐力が、破壊形式に応じて(2.2.1)式から(2.2.2)式による計算値に対して95%以上の信頼性を有することを確認した。試験結果を申請例表 1.7 に示す。(試験体数:各5体($t=2.132$))

(a) コンクリートが支圧破壊した時のあと施工アンカーの終局せん断耐力計算値

$$Q_{cc} = 0.4 \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \cdot s_a e, \text{ただし, } 500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900 (\text{N/mm}^2) \dots\dots\dots (2.2.1) \text{式}$$

ここで、 Q_{cc} :コンクリートが支圧破壊した時のあと施工アンカーの終局せん断耐力計算値(N)
 E_c :試験体コンクリートの試験実施日のヤング係数(N/mm²)で、圧縮強度より推定してもよい。

(b) アンカー筋が破断した時のあと施工アンカーの終局せん断耐力計算値

$$Q_{mu} = \frac{m\sigma_u}{\sqrt{3}} \cdot s_a e \dots\dots\dots (2.2.2) \text{式}$$

ここで、 Q_{mu} :アンカー筋が破断した時のあと施工アンカーの終局せん断耐力計算値(N)

(8) セン断剛性

(試験実施機関：〇〇〇〇試験所)

あと施工アンカーの水平変位量が、コンクリートの圧縮強度の水準毎、アンカー筋の種別・径毎に(a)の条件を95%以上の信頼性にて満たすことを確認した。試験結果を申請例表 1.7 に示す。(試験体数:各5体($t=2.132$))

(a) $0.6Q_{cc}$ 時および $0.6Q_{mu}$ における水平変位量 $\delta_{mean(a)}$ が 3 mm 以下かつ $0.1d_a$ 以下

ここで、 d_a :アンカーの筋呼び径(mm)

申請例表 1.7 セン断試験結果一覧

σ_B [N/mm ²]	アンカー筋 径(種別)	有効埋込み長 さ ℓ_e	施工 向き	終局せん断耐力[kN]		せん断剛性[mm]	
				95%信頼 下限値	計算値		95%信頼下限値
					Q_{cc}	Q_{mu}	
21.0	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$	下向き	35.2	19.2	14.7	2.60
	D13(SD295)	$7d_a(91\text{mm})$		54.0	34.2	26.2	2.31
	D16(SD295)	$7d_a(112\text{mm})$		72.8	53.7	41.0	2.05
	D19(SD345)	$7d_a(133\text{mm})$		156.0	77.4	69.3	2.48
	D22(SD345)	$7d_a(154\text{mm})$		154.2	104.4	93.4	1.94
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$		226.2	136.8	122.4	2.11
	D10(SD295)	$12d_a(120\text{mm})$		22.3	19.2	14.7	1.81
	D13(SD295)	$12d_a(156\text{mm})$		51.7	34.2	26.2	2.23
	D16(SD295)	$12d_a(192\text{mm})$		70.2	53.7	41.0	1.99
	D19(SD345)	$12d_a(228\text{mm})$		122.0	77.4	69.3	2.03
	D22(SD345)	$12d_a(264\text{mm})$		228.1	104.4	93.4	2.65
	D25(SD345)	$12d_a(300\text{mm})$		185.6	136.8	122.4	1.82
	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$	横向き	26.5	19.2	14.7	2.07
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$	横向き	246.0	136.8	122.4	2.26
32.0	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$	下向き	34.8	19.2	14.7	2.58
	D13(SD295)	$7d_a(91\text{mm})$		301.2	136.8	122.4	2.67
	D16(SD295)	$7d_a(112\text{mm})$		27.2	25.4	14.7	2.11
	D19(SD345)	$7d_a(133\text{mm})$		40.4	45.3	26.2	1.84
	D22(SD345)	$7d_a(154\text{mm})$		78.1	71.1	41.0	2.17
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$		157.2	102.5	69.3	2.49
	D10(SD295)	$12d_a(120\text{mm})$		198.2	138.3	93.4	2.36
	D13(SD295)	$12d_a(156\text{mm})$		202.8	181.2	122.4	1.94
	D16(SD295)	$12d_a(192\text{mm})$		23.9	25.4	14.7	1.91
	D19(SD345)	$12d_a(228\text{mm})$		56.0	45.3	26.2	2.37
	D22(SD345)	$12d_a(264\text{mm})$		72.9	71.1	41.0	2.05
	D25(SD345)	$12d_a(300\text{mm})$		137.4	102.5	69.3	2.23
	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$	横向き	197.6	138.3	93.4	2.35
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$	横向き	27.2	25.4	14.7	2.12
32.0	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$	上向き	207.9	181.2	122.4	1.98
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$		30.8	25.4	14.7	2.34
	D10(SD295)	$7d_a(70\text{mm})$	上向き	224.8	181.2	122.4	2.10
	D25(SD345)	$7d_a(175\text{mm})$					

(9) クリープ特性

(試験実施機関：〇〇〇〇試験所)

予定供用期間における最大の長期変形量の推定値($S_{service_max}$)と、同じロットの接着系あと施工アンカー製品で実施した付着試験で得られた最大荷重時の変位の平均値 $_{max}\delta_{ave}$ を比較し、(a)の条件を満たすことを確認した。試験結果を申請例表 1.8 に示す。(試験体数:3 体)

・ 予定共用機関 : 50 年

(a) 予定供用期間における最大の長期変形量の推定値が同じロットの接着系あと施工アンカー製品で実施した付着試験で得られた最大荷重時の変位の平均値を下回る

申請例表 1.8 クリープ試験結果一覧

σ_B [N/mm ²]	環境条件 [°C]	アンカー筋 径(種別)	有効埋込み長さ ℓ_e	予定供用期間における 長期変形量の推定値 [μm]	付着試験で得られた 最大荷重時変位の平均値 [μm]
21.0	20±3	D13(SD295)	$5d_a(91\text{mm})$	33	1219
				43	
				65	
	40±3			82	1219
				173	
				117	

3. 施工要領

(1) 施工資格者

以下の施工資格および技術を有する者が施工を行う。

- ・ ○○○あと施工アンカー施工士(○○○○協会)の資格を有する者
- ・ A 社が指定する施工業者であり、申請するあと施工アンカーの施工に関する講習会を受講し、「施工技術資格証」を有している。
- ・ 申請するあと施工アンカーの内容物、保管方法、施工手順、注入樹脂量計算、マーキング計算等についての技術(知識)を有する者

(2) 穿孔方法,穿孔機械

- ・ ハンマードリルによる穿孔

(留意事項:下記(4)項記載のドリル径、穿孔長で穿孔可能な機種を選定すること)

(3) 施工方向

- ・ 全方向(下向き, 横向き, 上向き)

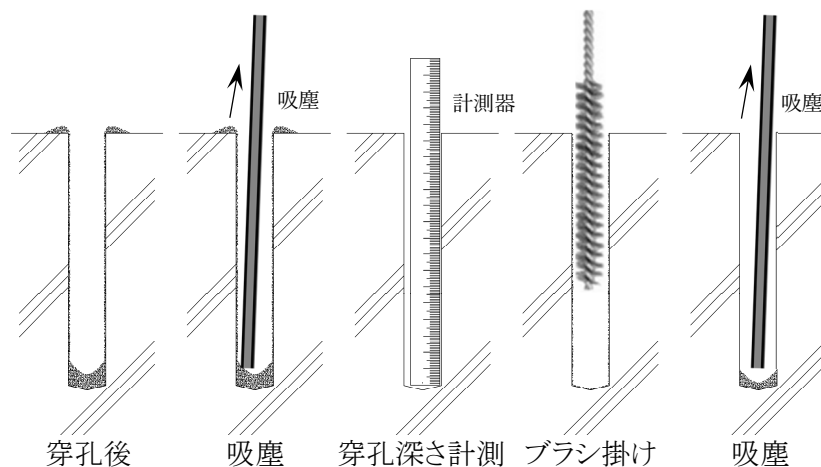
(留意事項:コンクリート表面が乾燥していること)

(4) ドリル径と許容差および穿孔深さと許容差

	D10	D13	D16	D19	D22	D25	許容差
ドリル径	13	16	20	24	28	32	±0.5 mm
穿孔径	13	16	20	24	28	32	±0.5 mm
穿孔深さ	設計穿孔深さ+2.0 mm						
穿孔傾斜角	施工面の法線に対して 5 度以内						

(5) 孔内清掃方法

- ① 吸塵 : 穿孔後、孔内に残った切粉を集塵機等を用いて念入りに吸塵する。
- ② 穿孔深さの確認 : 孔内の切粉を除去した後、計測器を孔に差し込み、穿孔深さの測定を行う。
- ③ ブラシがけ : 吸塵後、孔壁に付着している切粉を掻き落す。
- ④ 吸塵 : ブラシがけをした後、再び孔内に残った切粉を集塵機等を用いて吸塵する。
- ⑤ ③④を繰り返す。



申請例図1.3 孔内清掃手順例

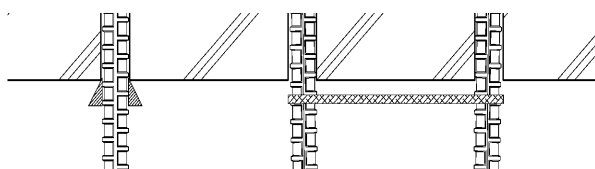
(6) 接着剤の混合方法,充填方向ならびに注入量管理方法

- ・ 混合方法 : 専用のディスペンサー、ミキシングノズルを用い、主剤、硬化剤を混合する。
- ・ 充填方法 : ミキシングノズルにより、孔底より充填
- ・ 注入量管理 : 20%の余剰となるように注入量を算出し、液面からコンクリート面の深さに合わせて、ノズルにマーキング

(7) アンカー筋固着方法および養生方法

- ・ 固着方法 : あらかじめアンカー筋にマーキングしておき、マーキング位置までアンカー筋をゆっくり回転させながら挿入。下記可使時間内に施工を完了する。
- ・ 養生方法 : くさび等を用いて垂直性を保持し、温度に応じた下記の硬化時間内は動かさない。また、養生時の環境温度が規定温度内に収まるよう処置を講じる。

養生温度	可使時間	硬化時間
5℃	120 分	24 時間
10℃	90 分	16 時間
20℃	40 分	8 時間
30℃	25 分	5 時間
40℃	12 分	3 時間



申請例図 1.4 上向き施工の場合の養生方法の一例

(8) 施工時および施工後の環境条件

- ・ 施工時の環境条件 : 温度 5~40℃
- ・ 施工後の環境条件 : 50℃以下
- ・ その他の条件 : 施工時は母材に水濡れがないよう処置する

(9) 施工品質管理

管理項目	管理方法	施工品質判定基準
施工環境	施工時の温度測定	5℃以上 40℃以下であること
母材状態	ひび割れ確認(目視)	ひび割れの無い事 ひび割れは補修する
接着剤	使用期限、外観の確認(目視)	使用期限内であること 漏れや異常がない事
アンカー筋材質・呼び名	材質、呼び径の確認(成績書)	規定の材質、径であること
施工資格	資格証の確認	適切な技能のある資格者であること
アンカー筋全長	全長の測定	全長:235mm であること
有効埋込み長さ	マーキング位置の測定	マーキング位置:200mm であること
穿孔径	ドリルビット径の測定(ノギス)	φ 16±0.5 mm であること
穿孔深さ	穿孔深さの測定(メジャー or ゲージ)	200±2.0 mm であること
施工精度	穿孔時の角度の確認(目視)	5 度以内であること
清掃	手順および壁面状態の確認	手順通りに実施され 切粉が取れていること
養生	養生温度、時間の確認	測定された温度条件下で定められた所定時間の養生がなされていること
接着剤注入量	注入後の液面高さの確認 アンカー筋挿入後の余剰樹脂の確認	ノズルのマーキング高さ以上あること 余剰樹脂があふれること
耐力・剛性	非破壊試験(全本数の 0.5%以上少なくとも 3 本以上)	基準付着強度の 2/3 もしくはアンカー筋の降伏荷重の 80%のうち、どちらか小さい方の荷重以上あること

(10) 施工要領書

製品の施工要領書となるため、本申請例では省略する。

(申請例 2) 低層鉄骨外階段の柱脚に接着系アンカーを用いる場合

申請例 2 は, 独立した鉄骨外階段の踊り場支柱脚部およびササラ桁脚部を固定するために接着系あと施工アンカーを用いる場合の申請資料作成の雛形を記載したものである. 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の申請資料には, 本ガイドラインの **1.3 節** に記載の項目と内容を記載する.

1. 適用範囲・適用条件等

(1) 適用範囲・使用部位・適用条件等

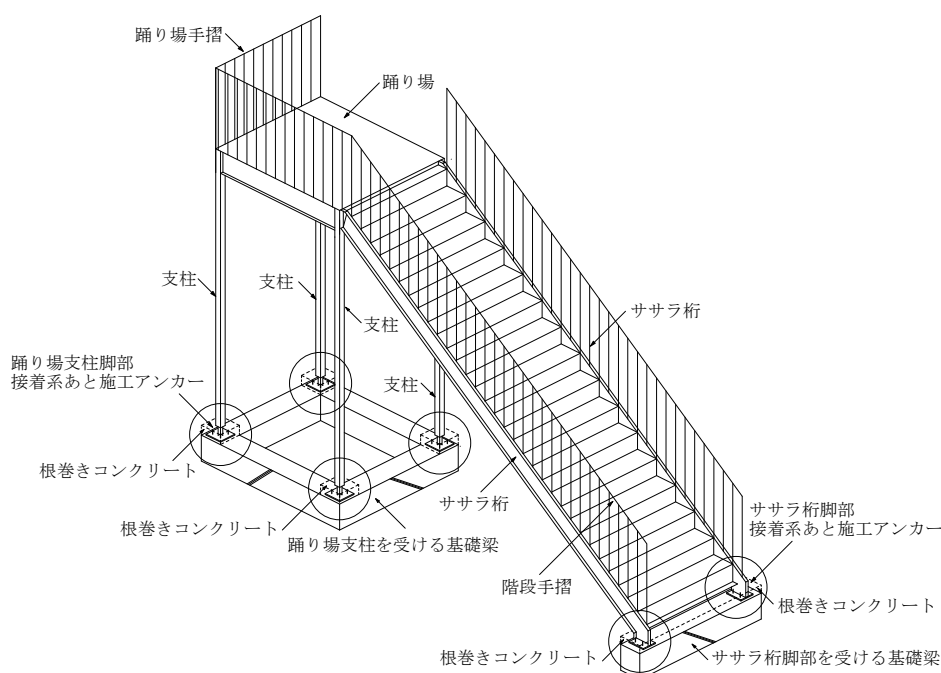
1) 適用範囲

独立した鉄骨外階段の踊り場支柱脚部およびササラ桁脚部を固定するために接着系あと施工アンカーを用いる.

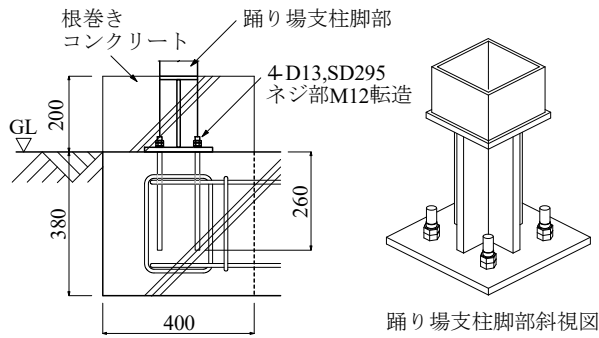
- | | |
|-----------------------|---|
| ・ 適用建築物の規模 | : 用途的に地上階数 2 階の建築物に繋がる鉄骨階段 |
| ・ 構造種別・構造形式 | : 鉄骨造・ラーメン構造 |
| ・ 建築物の用途 | : 用途的に長屋および共同住宅に外廊下にて繋がる外階段 |
| ・ 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材 | : 鉄骨外階段の踊り場支柱脚部, ササラ桁の脚部 |
| ・ 鉄骨外階段の規模 | : GL から階段踊り場までの高さ 3.5m 以下
階段の幅 1.5m 以下 |
| ・ 踊り場の寸法形状 | : 1.5m×1.5m 以下 |
| ・ 支柱中心間距離 | : 1.5m |
| ・ 支柱ーササラ桁中心間距離 | : 4.2m 以下 |
| ・ 蹴上げ／踏面 | : 190mm／240mm |

※独立した鉄骨外階段のため適用建築物の規模は任意とする.

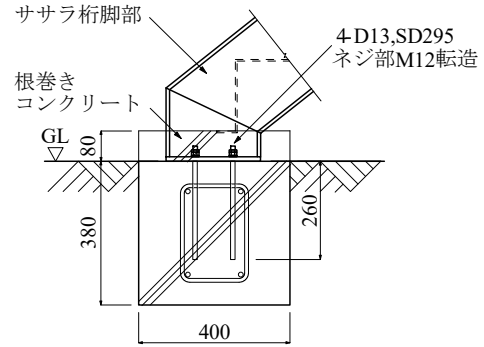
申請例図 2.1 に鉄骨外階段の概要図, 申請例図 2.2 に鉄骨外階段の踊り場支柱脚部の概要図, 申請例図 2.3 にササラ桁脚部の概要図を示す.



申請例図 2.1 鉄骨外階段の概要図(根巻きコンクリート打設前)



申請例図 2.2 踊り場支柱脚部の概要図



申請例図 2.3 ササrah脚部の概要図

2) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材での接着系あと施工アンカーを使用する部位

① 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材

- ・ 鉄骨外階段

② 接着系あと施工アンカーのアンカー筋を用いる部位

- ・ 鉄骨外階段の踊り場支柱脚部
- ・ ササrah脚部

3) 接着系あと施工アンカーの使用条件

独立した鉄骨外階段は、長期荷重において、あと施工アンカーにせん断力および引張力は作用しない。短期荷重(地震荷重)において、鉄骨外階段の固定荷重(仕上荷重を含む)および積載荷重による水平力により、あと施工アンカーにせん断力および引張力が作用する。

4) あと施工アンカー施工時の環境条件

施工時の外気温を測定し、外気温が 0℃以上 40℃以下であることを確認する。なお、外気温が高い場合には、母材に日よけ養生等を行い、適用範囲の温度内に収まるように適切な施工管理維持管理を行う。

5) 接着剤固化後の環境条件

あと施工アンカーの固化後、あと施工アンカー頭部が露出しないようにコンクリート等で根巻きを行うことにより、接着剤の耐久性に影響を及ぼす影響は無しとする。

6) 火災時の温度の影響の有無

外階段という性格上、以下の点などを鑑みて、火災の対策は不要と判断した。

- ・ 部材は不燃物で構成されている。
- ・ 可燃物があと施工アンカー周辺に大量に存在するとは考えにくい。
- ・ 火災の発生は、比較的早く発見できる。
- ・ あと施工アンカー部は地面に近く、コンクリート等で覆われているため、接着剤やコンクリートが高温で長時間さらされるとは考えにくい。

(2) 使用材料

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料を、以下に記載する。

1) 接着系あと施工アンカー関連

① 製品名称および製造会社名

〇〇〇〇〇アンカー／A 株式会社

② 性能評定番号および性能評定機関名称

第〇〇〇〇号／一般社団法人〇〇〇〇協会

③ 評定取得年月日および有効期限

令和〇年〇月〇日認証取得／令和〇年〇月〇日まで有効

④ あと施工アンカーの分類

接着系あと施工アンカー注入方式カートリッジ型ミキシングノズル式(エポキシ樹脂系)

⑤ 基準付着強度

 10 N/mm^2

⑥ 適用範圍

- | | |
|------------|---|
| ・穿孔方法 | : ハンマードリル |
| ・母材 | : 普通コンクリート $18 \leq F \leq 36 \text{ N/mm}^2$ |
| ・アンカー筋の種類 | : 異形棒鋼 (JIS G 3112) |
| ・アンカー筋の種別 | : SD295, SD345 |
| ・アンカー筋の呼び径 | : D10~D25 |
| ・有効埋込み長さ | : $7d_a \sim 20d_a$ かつ 300 mm 以下 |

⑦ 環境条件

- ・ 屋外使用の可否 : 可
- ・ 施工時温度 : 5~35℃
- ・ 硬化後温度 : 5~35℃

2) 構造部材関連

① あと施工アンカーを用いた構造部材(鉄骨外階段の材料)

- ・ 踊り場床, ササrah桁, 階段段板 : SS400
- ・ 踊り場受け梁 : SWH400
- ・ 踊り場支柱 : STKR400
- ・ 階段手摺, 踊り場手摺 : STK400

② アンカー筋を固着する構造部材

基礎梁

- | | |
|----------------------------|---|
| ・コンクリートの種類 | : 普通コンクリート |
| ・コンクリートの圧縮に対する材料強度(設計基準強度) | : $F_c=21 \text{ N/mm}^2$ 以上 36 N/mm^2 以下 |
| ・鉄筋の種別, 呼び名 | |
| 基礎梁の主筋 | : SD295, D13 |
| 基礎梁のせん断補強筋 | : SD295, D10 |

(3) 接着系あと施工アンカーを用いた鉄骨外階段脚部に作用する荷重および外力とその組合せと大きさ

1) 長期荷重

固定荷重+積載荷重 (床用 1800 N/m², 柱梁基礎用 1300 N/m²)

2) 短期荷重(地震荷重)

固定荷重+積載荷重 (地震用 600 N/m^2)

(4) 先付け鉄筋を用いた構造部材の構造性能との比較

接着系あと施工アンカーを用いた鉄骨外階段脚部と先付け鉄筋を用いた鉄骨外階段脚部との構造的

能(荷重－変形関係，ひび割れ状況，アンカー筋と先付け鉄筋の拔出し量)が同程度であることを短期引張実験(せん断力も同時に載荷)により確認した。(本申請例 5 章 参照)

(5) 接着系あと施工アンカーに持続的に引張力が作用する場合の冗長性の確保方法

接着系あと施工アンカーと鉄骨外階段脚部の接合は，持続的に引張力およびせん断力は作用しないため，冗長性の確保は不要と判断した。

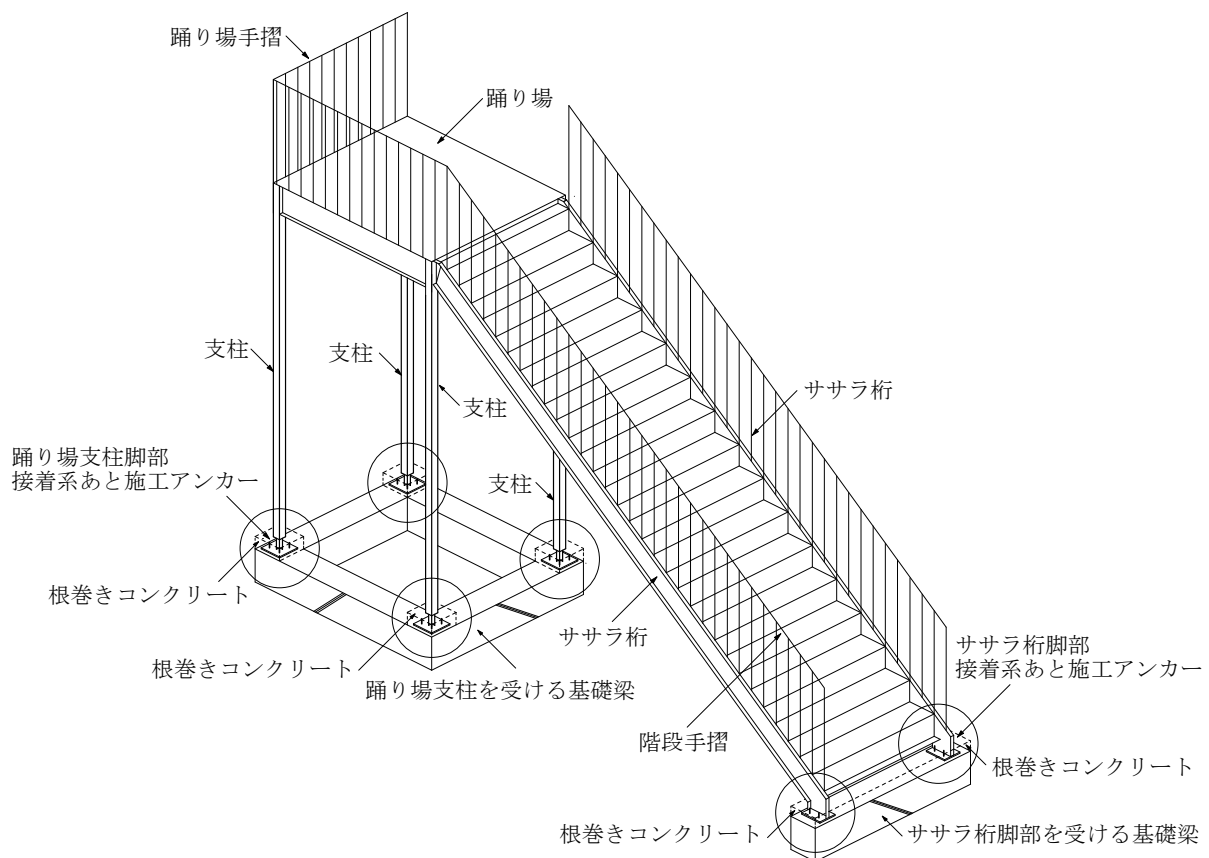
2. 設計指針

(1) 適用建築物の規模、構造種別・構造形式、用途、接着系あと施工アンカーを用いる構造部材

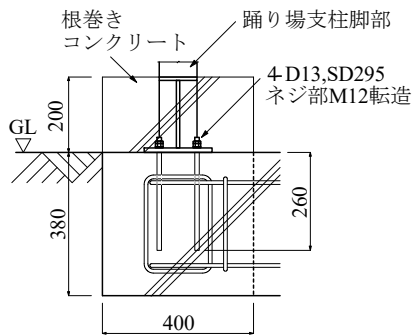
- ・ 適用建築物の規模 : 用途的に地上階数 2 階の建築物に繋がる鉄骨階段
- ・ 構造種別・構造形式 : 鉄骨造・ラーメン構造
- ・ 建築物の用途 : 用途的に長屋および共同住宅に外廊下にて繋がる外階段
- ・ 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材 : 鉄骨外階段の踊り場支柱脚部、ササラ桁の脚部
- ・ 鉄骨外階段の規模 : GL から階段踊り場までの高さ 3.5m 以下
階段の幅 1.5m 以下
- ・ 踊り場の寸法形状 : 1.5m×1.5m 以下
- ・ 支柱中心間距離 : 1.5m
- ・ 支柱－ササラ桁中心間距離 : 4.2m 以下
- ・ 蹴上げ／踏面 : 190mm／240mm

※独立した鉄骨外階段のため適用建築物の規模は任意とする。

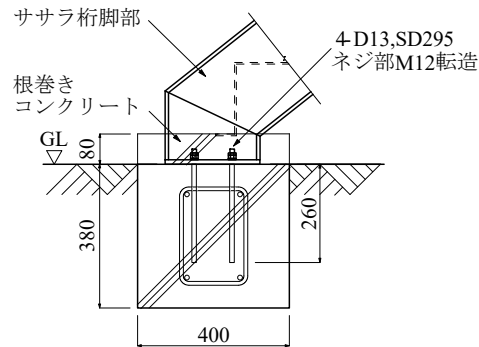
申請例図 2.5 に鉄骨外階段の概要図、申請例図 2.6 に鉄骨外階段の踊り場支柱脚部の概要図、申請例図 2.7 にササラ桁脚部の概要図を示す。



申請例図 2.5 鉄骨外階段の概要図(根巻きコンクリート打設前)



申請例図 2.6 踊り場支柱脚部の概要図



申請例図 2.7 ササラ桁脚部の概要図

(2) 適用範囲・適用条件等

本申請例 1 章 に記載の適用範囲・適用条件等と同じ。

(3) 使用材料

本申請例 1 章 に記載の使用材料と同じ。

(4) 許容応力度・材料強度

1) 使用するコンクリートおよび鉄筋の許容応力度および材料強度は、申請例表 2.1, 申請例表 2.2 による。

申請例表 2.1 使用するコンクリートの許容応力度および材料強度(N/mm²)

	長期			短期			材料強度
	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断	圧縮
基礎梁のコンクリート	7.0	—	0.7	14.0	—	1.05	21.0

申請例表 2.2 鉄筋およびアンカー筋の許容応力度および材料強度(N/mm²)

	長期			短期			材料強度	
	圧縮	引張	せん断補強	圧縮	引張	せん断補強	圧縮	引張
SD295	195	195	195	295	295	295	324.5	324.5

2) アンカー筋単体の許容応力度・材料強度

アンカー単体の許容応力度・材料強度は、申請例表 2.3 による。

申請例表 2.3 基礎梁に埋め込むアンカー筋単体の許容応力度・材料強度

種類	長期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		短期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		材料強度	
	引張 f_t	せん断 f_s	引張 f_t	せん断 f_s	引張 f_t	せん断 f_s
断面の位置						
アンカー筋の断面	$\frac{\sigma_y}{1.5}$	$\min\left(\frac{\sigma_y}{1.5\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{4.5}\right)$	σ_y	$\min\left(\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{2.25}\right)$	σ_y	$\min\left(\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{1.5}\right)$
コーン状破壊を生じる コンクリートの断面	$\frac{0.23\sqrt{F}}{4.5}$	—	$\frac{0.23\sqrt{F}}{2.25}$	—	$\frac{0.23\sqrt{F}}{1.5}$	—
付着破壊を生じる コンクリートの断面	$\frac{10\sqrt{F}}{4.5}$	—	$\frac{10\sqrt{F}}{2.25}$	—	$\frac{10\sqrt{F}}{1.5}$	—

〔記号〕 σ_y : アンカー筋の規格降伏点(N/mm²)

E_c : コンクリートのヤング係数(N/mm²)

F : コンクリートの圧縮に対する材料強度(N/mm²)

〔注〕 $\sqrt{E_c \cdot F}$ は 500 N/mm²以上 900 N/mm²以下とする。

(5) 荷重および外力とその組合せおよび大きさ

1) 鉄骨外階段の構造計画

- ・ 外階段に作用する長期荷重時(鉛直荷重)は、踊り場を支える4本の支柱で自立する。
- ・ 外階段に作用する短期荷重時(水平力)は、踊り場を支える4本の支柱と踊り場受け梁で構成する柱梁のラーメン架構が負担するものとする。
- ・ 上記より、接着系あと施工アンカーに作用する力は、長期荷重時に対してせん断力および引張力は作用しないものとし、短期荷重時に対してせん断力と引張力が作用するものとする。

2) 鉄骨外階段の設計荷重

- ・ 固定荷重：鉄骨外階段の固定荷重表を申請例表 2.4 に示す。

申請例表 2.4 鉄骨外階段の固定荷重表 W_{DL}

	寸法等	単位重量	長さ・面積・体積	重量 (N)	合計 W_{DL} (N)
踊り場床鉄骨	PL-4.5	350 N/m ²	1.5×1.5 m ²	788	17249
踊り場受け梁	H-250×100×4.5×6	180 N/m	1.5×4 m	1080	
踊り場受け支柱	□-100×100×6	170 N/m	3.5×4 m	2380	
ササラ桁	[-250×40×9	220 N/m	$\sqrt{3.5^2+4.2^2} \times 2$ m	2406	
階段段板	PL-4.5	520 N/m	3.5+4.2 m	4004	
階段手摺	φ 27.2, t=2.3	120 N/m	4.2×2 m	1008	
踊り場手摺	φ 27.2, t=2.3	120 N/m	1.5×2 m	360	
踊り場仕上げ	W=1500, l=1500	50 N/m ²	1.5×1.5 m ²	113	
階段段板仕上げ	W=1500, l=7700	50 N/m ²	1.5×7.7 m ²	578	
支柱脚部根巻き コンクリート	W=400, D=400, H=200	24000 N/m ³	0.4×0.4×0.2×4 m ³	3072	
ササラ桁脚部 根巻きコンクリート	W=1900, D=400, H=80	24000 N/m ³	1.9×0.4×0.08 m ³	1460	

- ・ 積載荷重：鉄骨外階段の積載荷重表を申請例表 2.5 に示す。

申請例表 2.5 鉄骨外階段の積載荷重表(N/m²)

床用	柱梁基礎用	地震用
1800	1300	600

- ・ 地震力算定用標準せん断力係数：標準せん断力係数: $C_\theta=0.3$

(6) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材の構造計算方法

1) 長期荷重時

- 踊り場受け梁の断面算定および長期たわみ算定
- ササラ桁の断面算定および長期たわみ算定
- 踊り場受け支柱の断面算定
- 基礎の接地圧の検討
- 基礎梁の断面算定

2) 短期荷重時

- 柱梁架構の断面算定
- 基礎の接地圧の検討
- 基礎梁の断面算定

(7) 接着系あと施工アンカーの設計

接着系あと施工アンカーを適用する構造部材の主筋を周辺部材に定着する場合の接着系あと施工アンカーの許容耐力と終局耐力を明示する。構造部材が鉄骨外階段であるため、本項目で明示する事項はない。設計式は「各種合成構造設計指針・同解説(2010)」((一社)日本建築学会)に準拠し、付着強度は基準付着強度 10N/mm^2 を採用する。

(8) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の冗長性の確保

接着系あと施工アンカーと鉄骨外階段脚部の接合は、持続的に引張力およびせん断力は作用しないため、冗長性の確保は不要と判断した。

(9) 硬化後の接着剤の耐久性に影響を及ぼす環境の有無

接着系あと施工アンカーを用いた鉄骨外階段は、外部であることから、接着系あと施工アンカーの接着剤硬化後に頭部が露出しないようにコンクリート等で根巻きを行う。

(10) 構造性能実験結果

基礎梁に踊り場支柱脚部を接着系あと施工アンカーで接合した試験体を用いた引張試験(せん断力も同時に載荷)の結果は、先付け鉄筋を基礎梁に所要定着長さ以上定着させて踊り場支柱脚部を接合した引張試験(せん断力も同時に載荷)の結果と荷重－変形関係、ひび割れ発生状況、アンカー筋と先付け鉄筋の抜出し量が同等であることを確認した。

(11) 構造計算例

鉄骨外階段の構造計算例を示す。なお、本申請例においては、基礎梁の設計および接着系あと施工アンカーのアンカー筋の設計を以下に示す。

1) 接地圧および基礎梁の設計

(a) 設計条件

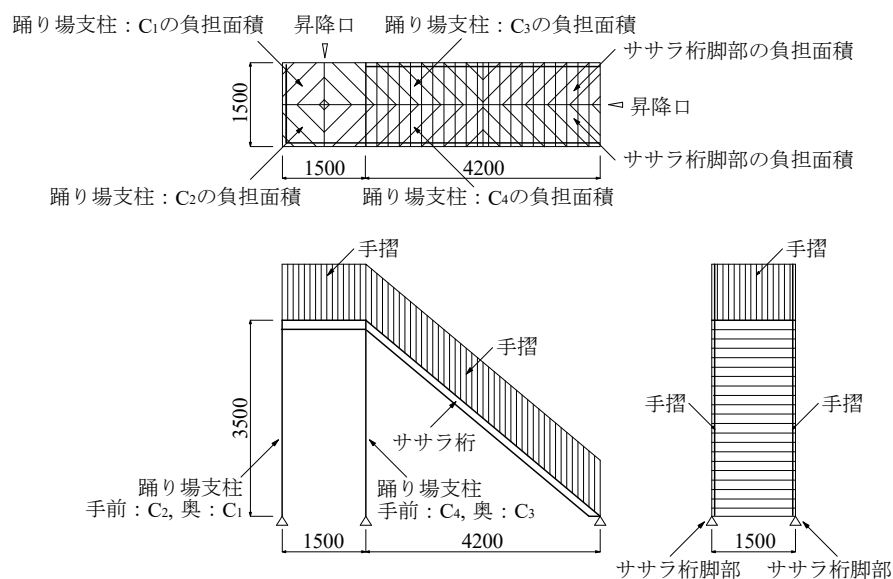
・ 鉄骨外階段の高さ	: 3500 mm	(適用範囲の最大値)
・ 鉄骨外階段の段部の長さ(水平投影長さ)	: 4200 mm	(適用範囲の最大値)
・ 鉄骨外階段の幅	: 1500 mm	(適用範囲の最大値)
・ 鉄骨外階段の踊り場の大きさ	: 1500 mm×1500 mm	(適用範囲の最大値)
・ 鉄骨外階段の地震力算定用の標準せん断力係数	: 0.3	
・ 踊り場支柱脚部およびササラ桁脚部の基礎梁断面	: 380 mm×400 mm	
・ 基礎部コンクリート強度	: 21 N/mm^2	
・ 地盤の長期許容応力度	: 50 kN/m^2	

(b) 荷重計算

(i) 踊り場支柱脚部

鉄骨外階段の寸法概要図を申請例図 2.8 に示す。

- ・ 踊り場支柱 $C_1 \sim C_4$ の脚部に作用する長期軸力 $c_1 N_L \sim c_4 N_L$



申請例図 2.8 鉄骨外階段寸法概要図

【固定荷重】

踊り場支柱脚部に作用する固定荷重を申請例表 2.6 に示す. 支柱 $C_1 \sim C_4$ の長期軸方向力 ($C_1 N_L \sim C_4 N_L$) を用いて、長期荷重時接地圧および基礎梁の断面算定を行う。

申請例表 2.6 踊り場支柱脚部に作用する固定荷重 $C_{1B}W_{DL} \sim C_{4B}W_{DL}$

支柱符号	部位	単位重量	長さ・面積・体積	重量(N)	適用	合計 $C_{iB}W_{DL}$ (N)
C_1, C_2	踊り場床鉄骨	350 N/m ²	1.5×1.5/4 m ²	197	C_1, C_2	$C_1: 1948$ $C_2: 2038$
	踊り場受け梁	180 N/m	(1.5+1.5)/2 m	270	C_1, C_2	
	踊り場受け支柱	170 N/m	3.5 m	595	C_1, C_2	
	踊り場仕上げ	50 N/m ²	1.5×1.5/4 m ²	28	C_1, C_2	
	踊り場手すり	120 N/m	1.5/2 m	90	C_1	
	踊り場手すり	120 N/m	(1.5+1.5)/2 m	180	C_2	
	支柱脚部根巻きコンクリート	24000 N/m ³	0.4×0.4×0.2 m ³	768	C_1, C_2	
C_3, C_4	踊り場床鉄骨	350 N/m ²	1.5×1.5/4 m ²	197	C_3, C_4	$C_3: 3857$ $C_4: 3947$
	踊り場受け梁	180 N/m	(1.5+1.5)/2 m	270	C_3, C_4	
	踊り場受け支柱	170 N/m	3.5 m	595	C_3, C_4	
	ササrah 桁	220 N/m	$\sqrt{3.5^2+4.2^2}/2$ m	601	C_3, C_4	
	階段段板	520 N/m	(3.5+4.2)/4 m	1001	C_3, C_4	
	階段手摺	120 N/m	4.2/2 m	252	C_3, C_4	
	踊り場手摺	120 N/m	1.5/2 m	90	C_4	
	踊り場仕上げ	50 N/m ²	1.5×1.5/4 m ²	28	C_3, C_4	
	階段段板仕上げ	50 N/m ²	1.5×(3.5+4.2)/4 m ²	145	C_3, C_4	
	支柱脚部根巻きコンクリート	24000 N/m ³	0.4×0.4×0.2 m ³	768	C_3, C_4	

【積載荷重】

- ・ C_1, C_2 支柱 : $C_1 W_{LL}, C_2 W_{LL} = 1300 \times 1.5 \times 1.5/4 = 732$ N
- ・ C_3, C_4 支柱 : $C_3 W_{LL}, C_4 W_{LL} = 1300 \times (1.5 \times 1.5/4 + 1.5 \times 4.2/4) = 2779$ N

【支柱・基礎検討用長期軸方向力】

- ・ C₁ 支柱 : $c_1N_L = c_{1B}W_{DL} + c_1W_{LL} = 1948 + 732 = 2680 \text{ N}$
- ・ C₂ 支柱 : $c_2N_L = c_{2B}W_{DL} + c_2W_{LL} = 2038 + 732 = 2770 \text{ N}$
- ・ C₃ 支柱 : $c_3N_L = c_{3B}W_{DL} + c_3W_{LL} = 3857 + 2779 = 6636 \text{ N}$
- ・ C₄ 支柱 : $c_4N_L = c_{4B}W_{DL} + c_4W_{LL} = 3947 + 2779 = 6726 \text{ N}$

【地震力算定用固定荷重】

支柱部分に作用する地震力は、踊り場部分と階段部分の 1/2 が作用するとする。支柱部分が負担する地震力算定用固定荷重を申請例表 2.7 に示す。

申請例表 2.7 支柱部分が負担する地震力算定用固定荷重 cW_{DL}

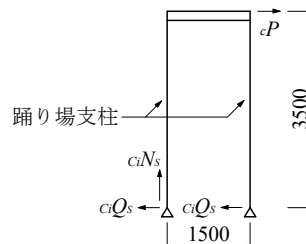
	単位重量	長さ・面積	重量(N)	合計 cW_{DL} (N)
踊り場床鉄骨	350 N/m ²	1.5×1.5 m ²	788	7529
踊り場受け梁	180 N/m	1.5×4 m	1080	
踊り場受け支柱	170 N/m	3.5/2×4 m	1190	
ササrah	220 N/m	$\sqrt{3.5^2+4.2^2}/2 \times 2 \text{ m}$	1203	
階段段板	520 N/m	(3.5+4.2)/2 m	2002	
階段手摺	120 N/m	4.2/2×2 m	504	
踊り場手摺	120 N/m	1.5×2 m	360	
踊り場仕上げ	50 N/m ²	1.5×1.5 m ²	113	
階段段板仕上げ	50 N/m ²	1.5×(3.5+4.2)/2 m ²	289	

【地震力算定用積載荷重】

$$cW_{LL} = 600 \times 1.5 \times (1.5 + 4.2/2) = 3240 \text{ N}$$

【支柱部に作用する設計用地震力および水平荷重時軸方向力】

支柱部に作用する設計用地震力 cP および踊り場支柱脚部に作用する設計用せん断力 cQ_s ならびに水平荷重時軸方向力 $c_1N_s \sim c_4N_s$ を、申請例図 2.9 に示す。



申請例図 2.9 踊り場支柱脚部に作用する短期せん断力 cQ_s と短期引張力 $c_1N_s \sim c_4N_s$

踊り場に作用する地震力算定用の標準せん断力係数は、0.3 とする。2 つの構面があるので、1 つの構面に作用する水平力を cP とすれば、下記となる。

$$cP = 0.3 \times (cW_{DL} + cW_{LL})/2 = 0.3 \times (7529 + 3240)/2 = 1616 \text{ N}$$

構面のスパン 1.5m 高さ 3.5m とすれば、支柱 C₁～C₄ に作用する短期荷重時せん断力 $c_1Q_s \sim c_4Q_s$ と短期荷重時軸方向力 $c_1N_s \sim c_4N_s$ は、次のとおりとなる。

- ・ 支柱 C₁

$$c_1Q_s = 1616/2 = 808 \text{ N}$$

$$c_1N_s = c_1N_L \pm c_1N_E = c_1N_L \pm cP \cdot H/L = 2680 \pm 1616 \times 3.5/1.5 = 2680 \pm 3771 = 6451, -1091 \text{ N}$$

- ・支柱 C_2

$$c_2Q_S = 1616/2 = 808 \text{ N}$$

$$c_2N_S = c_2N_L \pm c_2N_E = 2770 \pm 3771 = 6541, -1001 \text{ N}$$

- ・支柱 C_3

$$c_3Q_S = 1616/2 = 808 \text{ N}$$

$$c_3N_S = c_3N_L \pm c_3N_E = 6636 \pm 3771 = 10407, 2865 \text{ N}$$

- ・支柱 C_4

$$c_4Q_S = 1616/2 = 808 \text{ N}$$

$$c_4N_S = c_4N_L \pm c_4N_E = 6726 \pm 3771 = 10497, 2955 \text{ N}$$

(ii) ササrah脚部

- ・ササrah脚部に作用する長期軸方向力 $_{BB}N_L$

【固定荷重】

ササrah脚部に作用する固定荷重を申請例表 2.8 に示す。階段段部には両側手すりが必要であるので、さらら脚部の固定荷重は両方とも同値となる。

申請例表 2.8 ササrah脚部 1 箇所に作用する固定荷重 $_{BB}W_{DL}$

	単位重量	長さ・面積・体積	重量(N)	合計 $_{BB}W_{DL}$ (N)
ササrah	220 N/m	$\sqrt{3.5^2+4.2^2}/2 \text{ m}$	601	2771
階段段板	520 N/m	$(3.5+4.2)/4 \text{ m}$	1001	
階段手摺	140 N/m	$4.2/2 \text{ m}$	294	
階段段板仕上げ	50 N/m ²	$1.5 \times (3.5+4.2)/4 \text{ m}^2$	145	
ササrah脚部 根巻きコンクリート	24000 N/m ³	$1.9 \times 0.4 \times 0.08/2 \text{ m}^3$	730	

【柱・基礎検討用積載荷重】

$$_{BB}W_{LL} = 1300 \times 1.5 \times 4.2/4 = 2048 \text{ N}$$

【柱・基礎検討用長期軸方向力】

$$_{BB}N_L = _{BB}W_{DL} + _{BB}W_{LL} = 2771 + 2048 = 4819 \text{ N}$$

- ・ササrah脚部に作用する短期荷重時設計用せん断力 $_{BB}Q_S$

地震よる水平力は、手摺を含む階段の下部 1/2 がササrah脚部に作用するものとする。

【地震力算定用固定荷重】

ササrah脚部に作用する地震力算定用の固定荷重を、申請例表 2.9 に示す。

申請例表 2.9 ササrah脚部に作用する地震時の固定荷重 $_{BB}W_{DL}$

	単位重量	長さ・面積・体積	重量(N)	合計 $_{BB}W_{DL}$ (N)
ササrah	220 N/m	$\sqrt{3.5^2+4.2^2}/2 \times 2 \text{ m}$	1203	5542
階段段板	520 N/m	$(3.5+4.2)/2 \text{ m}$	2002	
階段手摺	140 N/m	$4.2/2 \times 2 \text{ m}$	588	
階段段板仕上げ	50 N/m ²	$1.5 \times (3.5+4.2)/2 \text{ m}^2$	289	
ササrah脚部 根巻きコンクリート	24000 N/m ³	$1.9 \times 0.4 \times 0.08 \text{ m}^3$	1460	

【地震力算定用積載荷重】

$${}_{BB}W_{LL}=600\times1.5\times4.2/2=1890\text{ N}$$

ササrah脚部に作用する地震時水平力は、設計用標準せん断力係数を 0.3 とする。ササrah脚部は 2 か所あるので、1 か所に作用する水平力を ${}_{BB}P$ とすれば、次のとおりとなる。

$${}_{BB}P=0.3\times({}_{BB}W_{DL}+{}_{BB}W_{LL})/2=0.3\times(5542+1890)/2=1115\text{ N}$$

水平力 ${}_{BB}P$ によるササrah脚部 1 か所に作用する短期せん断力 ${}_{BB}Q_S$ は、ササrah軸方向力の水平成分を含めないものとして、次のとおりとなる。

$${}_{BB}Q_S={}_{BB}P=1115\text{ N}$$

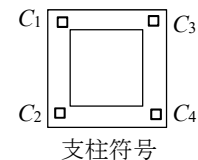
c) 接地圧に対する検討

(i) 支柱部の接地圧の検討

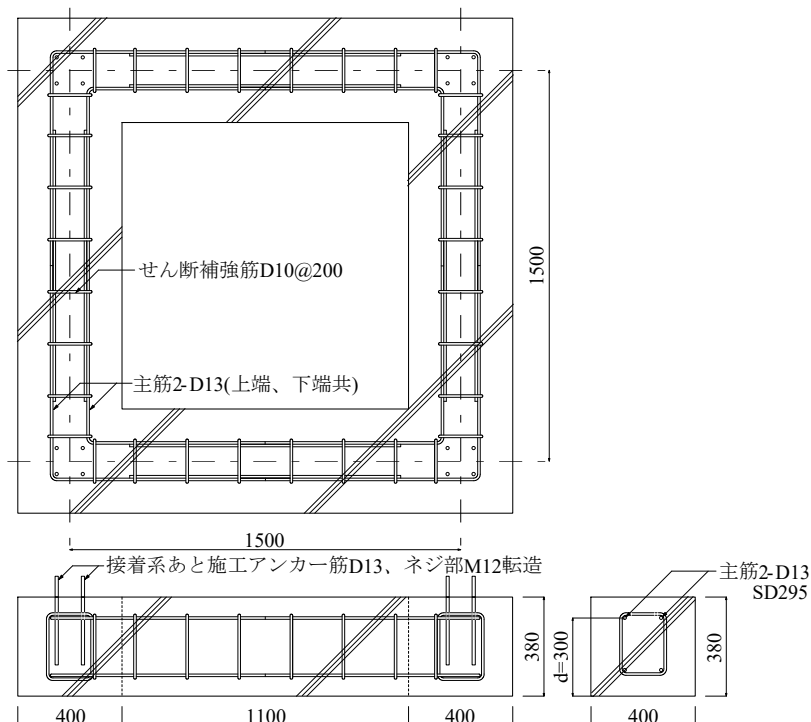
各支柱脚部における長期荷重時および短期荷重時の軸方向力を、申請例表 2.10 に示す。踊り場支柱を受ける基礎概略図を申請例図 2.10 に示す。

申請例表 2.10 各支柱脚部における長期および短期荷重時軸方向力

支柱	$C_iN_L(\text{N})$	$N_E(\text{N})$	$C_iN_L\pm N_E(\text{N})$
C_1	2680	± 3771	6451, -1091
C_2	2770	± 3771	6541, -1001
C_3	6636	± 3771	10407, 2865
C_4	6726	± 3771	10497, 2955



〔記号〕 C_iN_L ：長期軸方向力
 N_E ：水平荷重時軸方向力



申請例図 2.10 踊り場支柱を支持する基礎概略図

・ 長期荷重時平均接地圧

$$\begin{aligned}\sigma_L &= \{(1.948+2.038+3.857+3.947)+24.0\times0.4\times0.38\times6.0\}/(0.4\times6.0) \\ &= (11.79+21.888)/2.4=14.0\text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

- ・ 支柱 C₃, C₄ 側長期荷重時接地圧

$$\sigma_L = \{(3.857 + 3.947) + 24.0 \times 0.4 \times 0.38 \times 3.0\} / (0.4 \times 3.0) = (7.804 + 10.944) / 1.2$$

$$= 15.6 \text{ kN/m}^2 < 50.0 \text{ kN/m}^2 \text{ OK}$$

- ・ 支柱 C₁, C₂ 側短荷重時接地圧

$$\sigma_S = (-1.823 - 1.733 + 24.0 \times 0.4 \times 0.38 \times 3.0) / (0.4 \times 3.0) = 7.388 / 1.2$$

$$= 6.16 \text{ kN/m}^2 > 0 \text{ OK (浮上り生じない)}$$

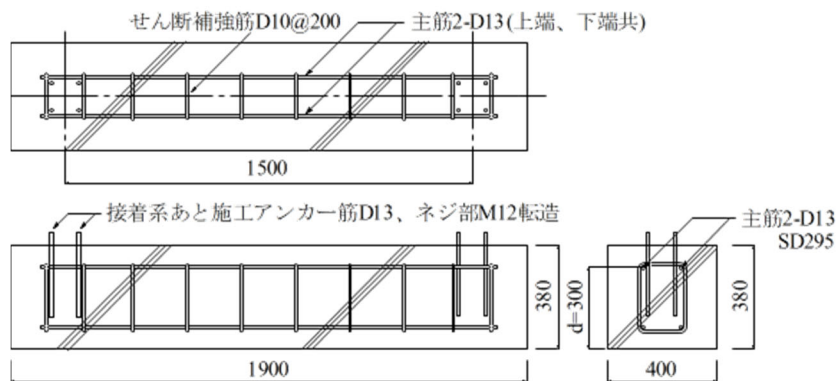
- ・ 支柱 C₃, C₄ 側短荷重時接地圧

$$\sigma_S = (7.628 + 7.718 + 24.0 \times 0.4 \times 0.38 \times 3.0) / (0.4 \times 3.0) = 26.29 / 1.2$$

$$= 21.9 \text{ kN/m}^2 < 100 \text{ kN/m}^2 \text{ OK}$$

(ii) ササrah脚部の接地圧の検討

ササrah脚部を受ける基礎概要図を申請例図 2.11 に示す。



申請例図 2.11 ササrah脚部を受ける基礎概要図

- ・ 長期荷重時接地圧

$$\sigma_L = \{2 \times (2.771 + 2.048) + 24.0 \times 0.4 \times 0.38 \times 1.9\} / (0.4 \times 1.9)$$

$$= (9.2169.638 + 6.931) / 0.76 = 21.8 \text{ kN/m}^2 < 50 \text{ kN/m}^2 \text{ OK}$$

- ・ 短期荷重時接地圧

$$\sigma_S = \sigma_L \pm 2 \times 1.115 \times 1.75 / 2.1 / 0.76 = 21.8 \pm 2.45 = 24.3, 19.4 \text{ kN/m}^2 < 100 \text{ kN/m}^2 \text{ OK}$$

(iii) 基礎梁の検討

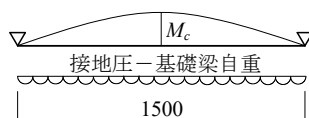
(i) 踊り場支柱脚部基礎梁の検討

接地圧の大きい C₃~C₄ 間基礎梁にて検討し、他の基礎梁は同一断面とする。

長期荷重時接地圧 $\times 1.5 = 15.6 \times 1.5 = 23.4 > \sigma_S (= 21.9 \text{ kN/m}^2)$ より、長期荷重時接地圧に対して基礎梁の検討を行う。支柱間距離 1.5 m の等分布荷重を受ける単純梁の最大曲げモーメント M_c (申請例図 2.12) およびせん断力は、次のとおりとなる。

$$M_c = 1/8 \times (15.6 \times 0.4 - 24.0 \times 0.4 \times 0.38) \times 1.5^2 = 1/8 \times 2.59 \times 1.5^2 = 0.728 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Q_S = (15.6 \times 0.4 - 24.0 \times 0.4 \times 0.38) \times 1.5 / 2 = 2.59 \times 1.5 / 2 = 1.94 \text{ kN}$$



申請例図 2.12 基礎梁曲げモーメント図

- ・必要上端筋量

$$a_t = M_c / (f_t \cdot j) = 0.728 \times 10^6 / \{195 \times 7/8 \times (380 - 80)\} = 14.2 \text{ mm}^2 \Rightarrow 2\text{-D13}$$

- ・必要あばら筋量

$$b \cdot j \cdot f_s = 400 \times 7/8 \times (380 - 80) \times 0.7 = 73.5 \times 10^3 \text{ N} = 73.5 \text{ kN} > 1.94 \text{ kN OK} \Rightarrow 2\text{-D10@200}$$

(ロ) サササ桁脚部基礎梁の検討

接地圧が踊り場支柱脚部の接地圧より小さいことから、踊り場支柱脚部の基礎梁断面と同一とする。

2) 接着系あと施工アンカーの設計

(a) 踊り場支柱脚部の接着系あと施工アンカーの検討

踊り場支柱脚部の接着系あと施工アンカー検討図を申請例図 2.13 に示す。検討は、短期荷重時における設計用引張力の最も大きい C_1 支柱を対象に行う。

踊り場支柱脚部をピンと仮定した場合、地震力(短期水平力) $c_1 Q_s$ により踊り場支柱頭部に作用するモーメント $c_1 M'$ は、次のとおりとなる。

$$c_1 M' = 808 \times 3.5 = 2828 \text{ N} \cdot \text{m}$$

踊り場支柱脚部の固定度は、支柱頭部の曲げモーメント $c_1 M'$ の 30% とすれば、踊り場支柱脚部に作用する設計用曲げモーメント $c_1 M$ は、次のとおりとなる。

$$c_1 M = 2828 \times 0.3 = 848.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

配置した接着系あと施工アンカー筋 4 本のうち引張側の 2 本において作用する引張力 cT に抵抗すると仮定し、コンクリートの圧縮応力度 σ_c 、支柱脚部に作用する $c_1 M$ および $c_1 N$ 、アンカー筋の引張力 $c_1 T$ の釣り合い関係から求める。この際ベースプレートが剛体であるとして、算出する(申請例図 2.13)。

- ・アンカー筋の短期許容引張力 cT_{a1} (a_s : ねじ部 M12 の有効断面積としアンカー 2 本で検討)

$$cT_{a1} = n \times \phi_1 \times s \sigma_{pa} \times s c a = 2 \times 1.0 \times 295 \times 84.3 = 49.7 \times 10^3 \text{ N} > c_1 T (=7875 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・アンカーボルトの付着破壊を考慮した短期許容引張力 cT_{a2} (アンカー 2 本で検討)

$$cT_{a2} = n \times \phi_3 \times \tau_a \times \pi \times d_a \times \ell_{ce} = 2 \times 2/3 \times 3.70 \times \pi \times 13 \times 260 = 52.4 \times 10^3 \text{ N} > c_1 T (=7875 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

$$\tau_a = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \tau_{bavg} = 0.788 \times 0.596 \times 0.788 \times 10 = 3.70$$

α_n はへりあきおよびアンカー筋のへりあき、ピッチによる低減係数で、

$$\alpha_1 = 0.5 \times c_1 / \ell_e + 0.5 = 0.5 \times 150 / 260 + 0.5 = 0.788$$

$$\alpha_2 = 0.5 \times c_2 / \ell_e + 0.5 = 0.5 \times 50 / 260 + 0.5 = 0.596$$

$$\alpha_3 = 0.5 \times c_3 / \ell_e + 0.5 = 0.5 \times 150 / 260 + 0.5 = 0.788$$

曲げモーメントによる圧縮力が作用する側のアンカー筋 2 本によりせん断力を負担させるとすると、そのせん断耐力 cQ_a が作用するせん断力 $c_1 Q_s$ 以上であることを確認する。

- ・アンカー筋の断面で定まる短期許容せん断力 cQ_{a1}

$$cQ_{a1} = n \times \phi_1 \times s \sigma_{pa} \times s c a = 2 \times 1.0 \times 0.7 \times 295 \times 127 = 30.5 \times 10^3 \text{ N} > c_1 Q_s (=808 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・コンクリートの支圧強度で定まる短期許容せん断力 cQ_{a2}

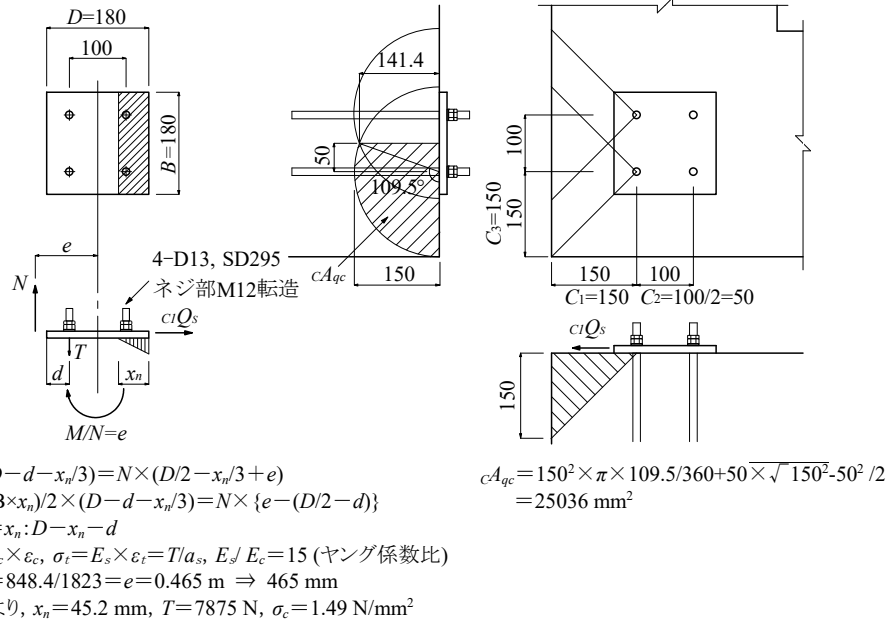
$$cQ_{a2} = n \times \phi_2 \times c \sigma_{qa} \times s c a = 2 \times 2/3 \times 0.5 \sqrt{F_c \times E_c} \times 127 = 57.1 \times 10^3 \text{ N} > c_1 Q_s (=808 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・アンカー筋の前面のコンクリート側方破壊で定まる短期許容せん断力 cQ_{a3}

$$cQ_{a3} = n \times \phi_2 \times c \sigma_t \times c A_{qc} = 2 \times 2/3 \times 0.31 \times \sqrt{F_c} \times 25036 = 47.4 \times 10^3 \text{ N} > c_1 Q_s (=808 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・接着系あと施工アンカーボルトの引張力とせん断力の組合せ応力の確認

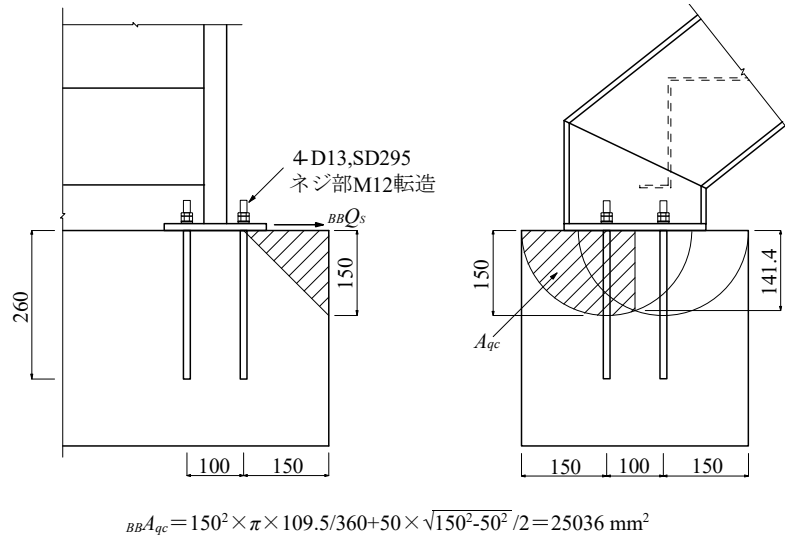
$$(c_1 T / cT_a) + (c_1 Q / cQ_a) = 7875 / (49.7 \times 10^3) + 808 / (30.5 \times 10^3) = 0.16 + 0.03 = 0.19 < 1.0 \rightarrow \text{OK}$$



申請例図 2.13 踊り場支柱脚部の接着系あと施工アンカー筋検討図

(b) ササrah脚部の接着系あと施工アンカー筋の検討

ササrah脚部の接着系あと施工アンカー筋検討図を申請例図 2.14 に示す。



申請例図 2.14 ササrah脚部の接着系あと施工アンカー筋検討図

ササrah脚部に作用するせん断力をアンカー筋 4 本に負担させるとし, そのせん断耐力が作用せん断力 BBQ_s 以上であることを確認する。

- ・ 接着系あと施工アンカー母材のせん断力 BBQ_{a1}

$$BBQ_{a1} = n \times \phi_1 \times s \times \sigma_{pa} \times s_c a = 4 \times 1.0 \times 0.7 \times 295 \times 127 = 61.0 \times 10^3 \text{ N} > BBQ_s (= 1115 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・ コンクリートの支圧強度で定まる短期許容せん断力 BBQ_{a2}

$$BBQ_{a2} = n \times \phi_2 \times c \times \sigma_{qa} \times s_c a = 4 \times 2/3 \times 0.5 \sqrt{F_c} \times E_c \times 127 = 114.2 \times 10^3 \text{ N} > BBQ_s (= 1115 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・ アンカー筋の前面のコンクリート側方破壊で定まる短期許容せん断力 BBQ_{a3}

$$BBQ_{a3} = n \times \phi_2 \times c \times \sigma_t \times c A_{qc} = 4 \times 2/3 \times 0.31 \times \sqrt{F_c} \times 25036 = 94.8 \times 10^3 \text{ N} > BBQ_s (= 1115 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

(12) その他必要と思われる事項

本ガイドライン 1.3.4 項(12) に従って記載する。本申請例では記載省略する。

3. 施工指針

本ガイドライン 1.3.5 項 に従って記載する。本申請例では記載省略する。

接着系あと施工アンカー工事施工者および穿孔孔の深さ、傾斜ならびにアンカー筋の埋込み深さや傾斜を記録する。詳細は本申請例では省略する。

4. プレキャスト鉄筋コンクリート部材等の製造要領および製造品質管理

鉄骨外階段は, JASS6 に従い, 品質管理を行う. 本申請例では記載省略する.

5. 構造性能実験

5.1 構造性能実験関連

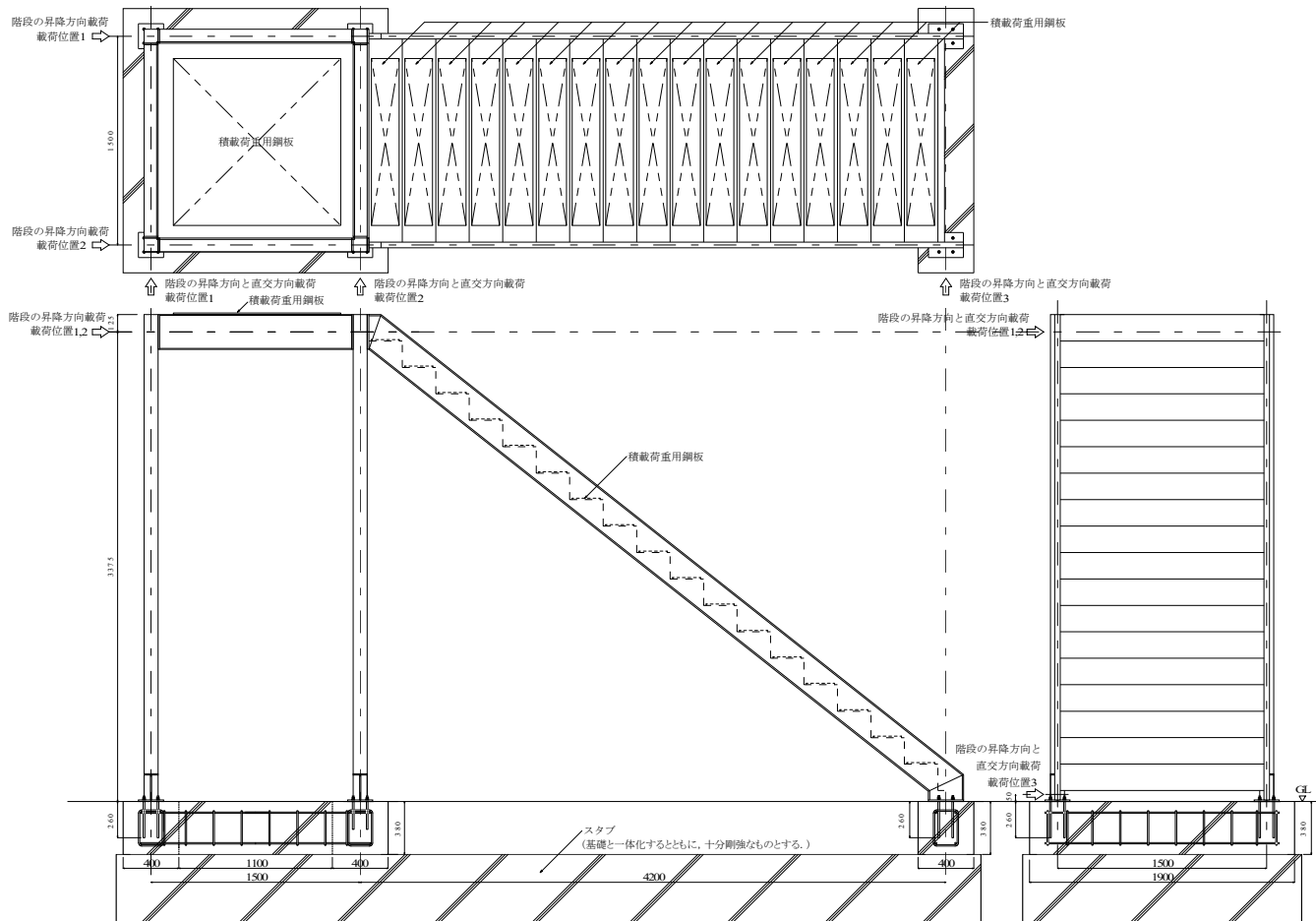
(1) 試験体のパラメーターの設定, 試験体数

試験体は, 鉄骨外階段の高さ 3,500mm 以下, 鉄骨外階段の長さ 4,200 mm 以下, 外骨外階段の幅 1,500 mm 以下, 鉄骨外階段の踊り場の大きさ 1,500 mm×1,500 mm 以下の適用範囲において, アンカー筋に生じる引張力およびせん断力が最大となる以下の寸法 1 種類とする.

- ・ 鉄骨外階段の高さ : 3500 mm (適用範囲の最大値)
- ・ 鉄骨外階段の段部の長さ : 4200 mm (適用範囲の最大値)
- ・ 鉄骨外階段の幅 : 1500 mm (適用範囲の最大値)
- ・ 鉄骨外階段の踊り場の大きさ : 1500 mm×1500 mm (適用範囲の最大値)

基礎梁断面はあと施工アンカーのせん断耐力が側方破壊で決定しないよう 380 mm×400 mm とし, はしあきおよびへりあきを十分に確保する. また, 踊り場支柱脚部およびササrah脚部の接着系あと施工アンカーと先付け鉄筋の仕様は, 共に 4-D13(SD295), 有効埋込み長さ 260 mm とする.

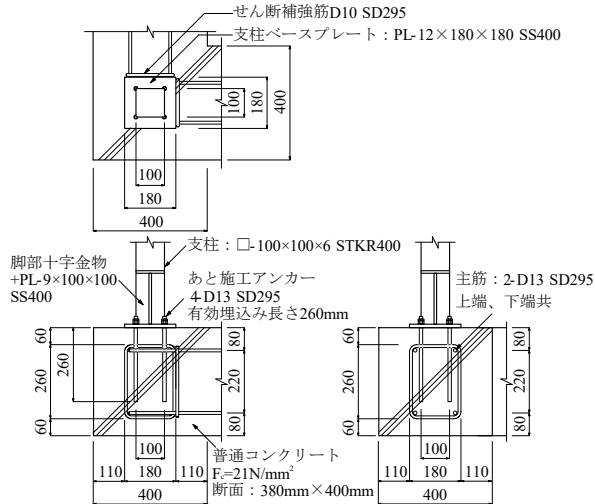
試験体は, 接着系あと施工アンカー仕様と先付け鉄筋仕様各 1 種類とし, 階段の昇降方向載荷各 1 体, 階段の昇降方向と直交方向載荷各 1 体, 合計 4 体とする. 試験体と載荷位置の概要を申請例図 2.15 に示す.



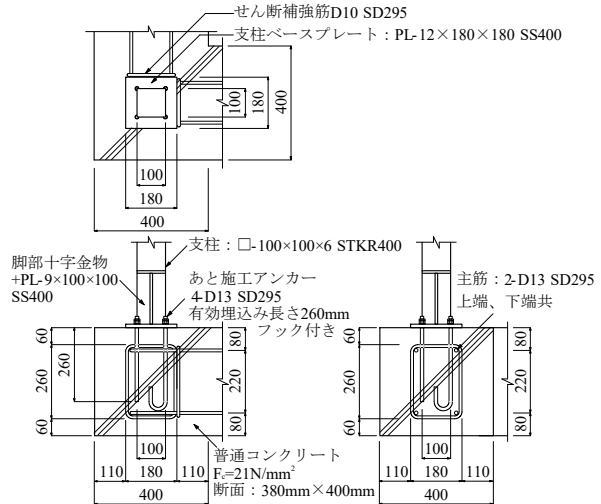
申請例図 2.15 試験体と載荷位置の概要

(2) 試験体の形状、寸法、縮尺等

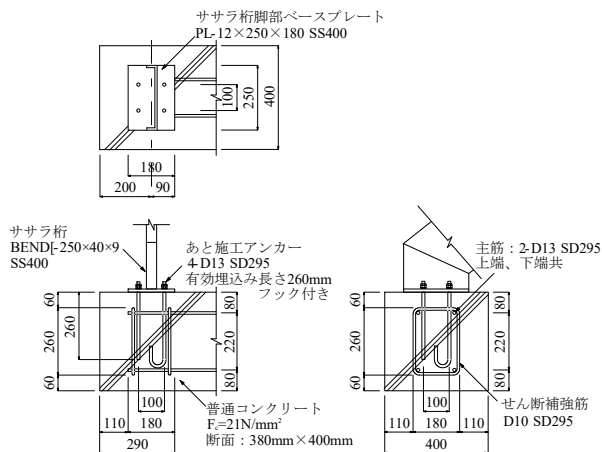
試験体の形状および寸法の各部詳細について、あと施工アンカー筋を申請例図 2.16 に、先付け鉄筋を申請例図 2.17 に示す。また、ササラ桁柱脚部用試験体の形状および寸法の各部詳細について、あと施工アンカー筋を申請例図 2.18 に、先付け鉄筋を申請例図 2.19 に示す。



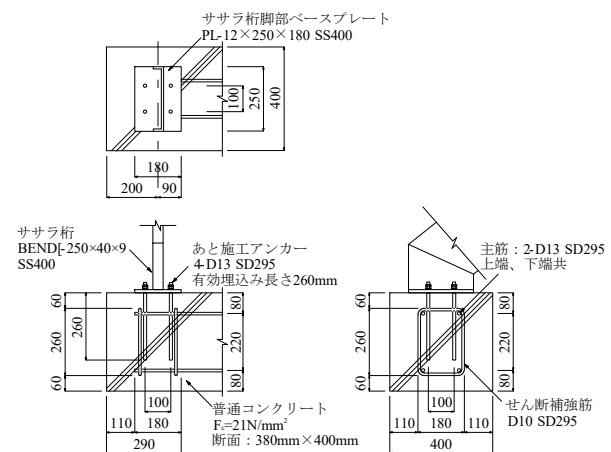
申請例図 2.16 踊り場支柱脚部詳細
(あと施工アンカー筋)



申請例図 2.17 踊り場支柱脚部詳細
(先付け鉄筋)



申請例図 2.18 ササラ桁脚部詳細
(あと施工アンカー筋)



申請例図 2.19 ササラ桁脚部詳細
(先付け鉄筋)

(3) 使用材料・コンクリートの圧縮強度

1) 接着系あと施工アンカー

- ・あと施工アンカー : 接着系あと施工アンカー注入方式カートリッジ型(本申請例 1 章(2) 参照)
基準付着強度 10 N/mm^2
- ・アンカー筋 : D13, SD295, ねじ部 M12 転造

2) 基礎梁に使用する鉄筋・コンクリート

- ・主筋 : D13, SD295
- ・せん断補強筋 : D10, SD295
- ・コンクリート : $F_c=21\text{N/mm}^2$ (適用範囲の最小値)

3) 試験体に使用する鉄骨

- ・ 踊り場を受ける支柱 : □-100×100×6, STKR400
- ・ 踊り場を受ける支柱の脚部金物 : PL-9, SS400
- ・ 踊り場を受ける支柱の脚部ベースプレート : PL-12, SS400
- ・ ササrah桁 : BEND[-250×40×9, SS400
- ・ ササrah桁脚部のベースプレート : PL-12, SS400

(4) 試験体の設計・製作

1) 試験体の設計

(i) 接着系あと施工アンカーを用いた踊り場支柱脚部用試験体

試験体は、実大と同じ仕様であり、**本申請例 2 章(11)** と同一のため、**本申請例 2 章(11)** に従う。

(ii) 先付け鉄筋を用いた踊り場支柱脚部

- ・ 鉄筋の降伏から決まる短期許容引張力

$$cT_{a1} = 49.7 \times 10^3 \text{ N} > cIT (= 7875 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・ コンクリート躯体のコーン状破壊から決まる短期許容引張力

$$cT_{a2} = 42.6 \times 10^3 \text{ N} > cIT (= 7875 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・ アンカー筋の断面で定まる短期許容せん断力

$$cQ_{a1} = 30.5 \times 10^3 \text{ N} > cIQ_s (= 808 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・ コンクリートの支圧強度で定まる短期許容せん断力

$$cQ_{a2} = 57.1 \times 10^3 \text{ N} > cIQ_s (= 808 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・ アンカー筋の前面のコンクリート側方破壊で定まる短期許容せん断力

$$cQ_{a3} = 47.4 \times 10^3 \text{ N} > cIQ_s (= 808 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

(iii) 接着系あと施工アンカーを用いたササrah桁脚部

試験体の仕様は、実大と同じ仕様であり、**本申請例 2 章(11)** と同一のため、**本申請例 2 章(11)** に従う。

(iv) 先付け鉄筋を用いたササrah桁脚部

- ・ 接着系あと施工アンカー母材のせん断力

$$BBQ_{a1} = 61.0 \times 10^3 \text{ N} > BBQ_s (= 1115 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・ コンクリートの支圧強度で定まる短期許容せん断力

$$BBQ_{a2} = 114.2 \times 10^3 \text{ N} > BBQ_s (= 1115 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

- ・ アンカー筋の前面のコンクリート側方破壊で定まる短期許容せん断力

$$BBQ_{a3} = 94.8 \times 10^3 \text{ N} > BBQ_s (= 1115 \text{ N}) \rightarrow \text{OK}$$

2) 試験体の製作

本申請例 3 章 に記載の施工指針に従って試験体を作製する。本申請例においては記載省略する。

(5) 載荷方法・載荷サイクル

1) 載荷方法

コンクリートの圧縮強度が 21 N/mm² 以上になることを確認後、載荷を行う。

(i) 階段の昇降方向載荷

載荷位置は、踊り場を受ける梁心位置(**申請例図 2.15** に示す載荷位置 1,2)を載荷する。各載荷

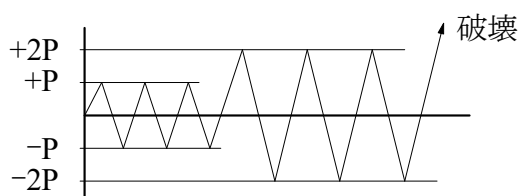
位置の設計荷重 P は、本申請例 2 章(11) で算定した踊り場 1 構面あたりに作用する 1,616 N に、ササrah脚部 1 か所あたりに作用するに 1,115 N を加えた 2,731 N とする。

(ii) 階段の昇降方向と直交方向載荷

載荷位置は、踊り場を受ける梁心位置(申請例図 2.12 に示す載荷位置 1,2)とササrah脚部側面(申請例図 2.15 示す載荷位置 3)を載荷する。載荷位置 1,2 の設計荷重 P は、本申請例 2 章(11) で算定した踊り場 1 構面あたりに作用する 1,616 N とし、載荷位置 3 の設計荷重: P は、本申請例 2 章(11) で算定したササrah脚部 1 か所あたりに作用する 1,115 N とする。

2) 載荷サイクル

地震荷重を想定することから、短期設計荷重 P ・短期設計荷重の 2 倍 $2P$ をそれぞれ正負交番で 3 サイクル行った後、一方向に載荷して破壊に至るまで確認する。載荷サイクルを申請例図 2.20 に示す。



申請例図 2.20 載荷サイクル

(6) 測定項目・測定方法等

測定項目に対する測定方法を記載する。本申請例においては、記載省略する。

(7) 試験結果

試験結果を明示する。本申請例においては、記載省略する。

(8) 設計指針への反映

試験結果を基に、設計指針へ反映すべき項目があれば、設計指針へ反映する。本申請例においては、記載省略する。

5.2 施工指針関連

試験体の製作を通じて施工指針へ反映すべき項目があれば施工指針へ反映する。

(申請例 3) 既存耐力壁開口設置に伴う開口部の縦補強筋に接着系あと施工アンカーを用いる場合

申請例 3 は、既存建築物の耐力壁に新たに開口を設ける場合に、開口補強用の縦筋を基礎梁(または下階梁)に定着するために接着系あと施工アンカーを用いる場合の申請資料作成の雛形を記載したものである。接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の申請資料には、本ガイドラインの **1.3 節**に記載の項目と内容を記載する。

1. 適用範囲・適用条件等

(1) 適用範囲・使用部位・適用条件等

1) 適用範囲

既存鉄筋コンクリート造建物の耐力壁に、ドア開口を新たに設ける場合に、開口補強筋(縦筋)を基礎梁(または下階梁)に定着するために接着系あと施工アンカーを用いる。なお、開口補強筋(縦筋)の上端および開口上下の補強筋(横筋)は、斫り範囲内で折曲げ定着することとし、接着系あと施工アンカーは使用しないこととする。

- ・ 適用建築物の規模 : 高さ 20 m 以下
- ・ 構造種別・構造形式 : 鉄筋コンクリート構造・耐力壁付きラーメン構造
- ・ 建築物の用途 : 事務所, 集合住宅
- ・ 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材 : 開口を新設する耐力壁
- ・ 耐力壁の大きさ(開口の大きさ) : 等価開口周比 0.4 以下
- ・ 新設する開口の高さ : 2.2 m 以下
- ・ 開口の位置 : 柱面から 1.0 m 以上
- ・ 耐力壁の厚さ : 180 mm 以上
- ・ 高さ方向の配置 : 任意の特定階に単層で配置

2) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材での接着系あと施工アンカーを使用する部位

① 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材

- ・ 開口を新設する耐力壁

② 接着系あと施工アンカーのアンカー筋を用いる部位

- ・ 耐力壁の開口補強筋の基礎梁への定着

3) 接着系あと施工アンカーの使用条件

短期荷重時を想定し、耐力壁に水平力が作用する場合に、引張力およびせん断力が作用する。

4) あと施工アンカーの施工時の環境条件

外気温が 0℃以上 40℃以下で施工する。また、室内での施工により降雨の影響はなく、接着剤の効果に及ぼす影響はない。

5) 接着剤固化後の環境条件

屋内の間仕切りを兼ねる耐力壁に開口を設ける場合を対象としており、耐久性に影響を及ぼす要因はない。

6) 火災時の温度の影響の有無

接着系あと施工アンカーを用いた有開口耐力壁の居室に火災が生じた場合、かなりの高温にさらされることが想定される。火災後は、当該有開口耐力壁の被災状況を調査し、必要に応じて対策を講じることとする。

(2). 使用材料

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料を以下に記載する。

1) 接着系あと施工アンカー関連

① 製品名称および製造会社名

〇〇〇〇〇アンカー／A 株式会社

② 性能評定番号および性能評定機関名称

第〇〇〇〇号／一般社団法人〇〇〇〇協会

③ 評定取得年月日および有効期限

令和〇年〇月〇日認証取得／令和〇年〇月〇日まで有効

④ あと施工アンカーの分類

接着系あと施工アンカー注入方式カートリッジ型ミキシングノズル式(エポキシ樹脂系)

⑤ 基準付着強度

10 N/mm²

⑥ 適用範囲

- ・ 穿孔方法 : コアドリル
- ・ 母材 : 普通コンクリート $18 \leq F \leq 36 \text{ N/mm}^2$
- ・ アンカー筋の種類 : 異形棒鋼 (JIS G 3112)
- ・ アンカー筋の種別 : SD295, SD345
- ・ アンカー筋の呼び径 : D10~D25
- ・ 有効埋込み長さ : $7d_a \sim 20d_a$

⑦ 環境条件

- ・ 屋外使用の可否 : 可
- ・ 施工時温度 : 5~35℃
- ・ 硬化後温度 : 5~35℃

2) 構造部材の使用材料

(接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料およびアンカー筋を固着する構造部材に使用されている材料関係を明示する。本申請例においては、下記とする。)

① あと施工アンカーを用いた構造部材(耐力壁に使用する材料)

- ・ コンクリートの種別 : 普通コンクリート
- ・ コンクリートの圧縮に対する材料強度(設計基準強度) : $F_c=21 \text{ N/mm}^2$
- ・ 鉄筋の種別・呼び名 : D10, D13, D16(SD295)

② あと施工アンカーを固着する構造部材(基礎梁, 下階の床梁)

- ・ コンクリートの種別 : 普通コンクリート(本申請例 2 章(4) 参照)
- ・ コンクリートの圧縮に対する材料強度 : $F=17.6 \text{ N/mm}^2$
- ・ 鉄筋の種別・呼び名
 - 基礎梁の主筋 : D16, D19(SD295), D22, D25(SD345)
 - 基礎梁の中間部横補強筋 : D10, D13(SD295)
 - 基礎梁の縦補強筋(せん断補強筋) : D10, D13(SD295)

(3) 接着系あと施工アンカーを用いた有開口耐力壁に作用する荷重および外力とその組合せと大きさ

1) 開口補強筋量の設計

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2018)に従い、耐力壁に開口を設ける場合の開口際に必要な補強筋量を設計する。短期許容せん断力時に、開口部周囲の壁板に生じるモーメントを負担できるよう補強筋量を算定する。このとき、残存する既存の壁縦筋を考慮してよい。なお、開口部周囲には径 12 mm 以上の補強筋を配置する(建築基準法施行令第 78 条の 2 第一項第 2 号)。

2) 開口補強筋の定着

開口補強筋の縦筋下端は、接着系あと施工アンカーにより基礎梁(または下階梁)に定着する。縦筋の材料強度を用いて、母材降伏を保证するよう埋込み長さを定める。

(4) 接着系あと施工アンカーを用いた有開口耐力壁の構造性能

接着系あと施工アンカーを用いた有開口耐力壁と先付け鉄筋を用いた有開口耐力壁の構造性能が同程度であることを繰返し載荷試験により確認した(本申請例 5 章 参照)。

(5) 冗長性の確保

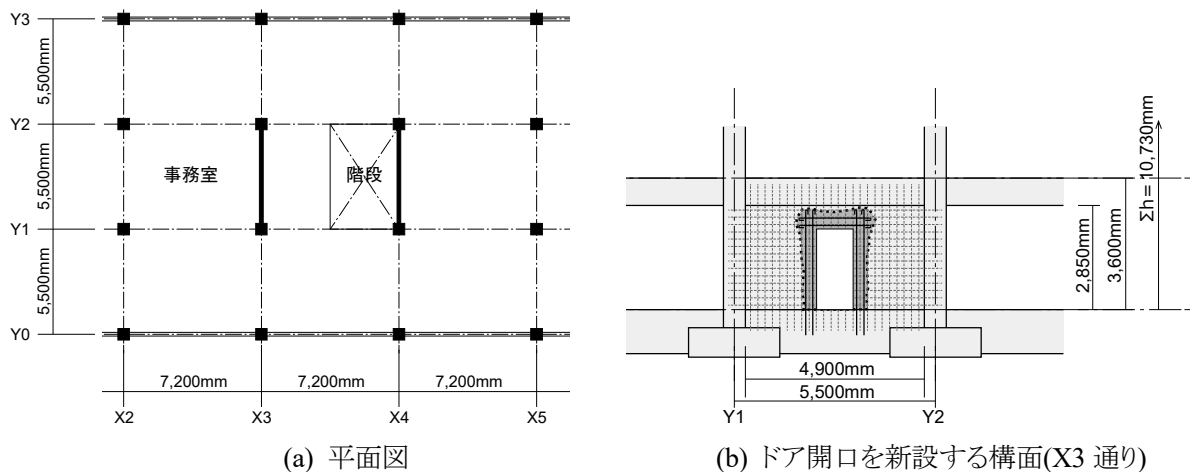
本工法は、長期荷重を支持する部材を対象としないため、冗長性の確保は不要である。

2. 設計指針

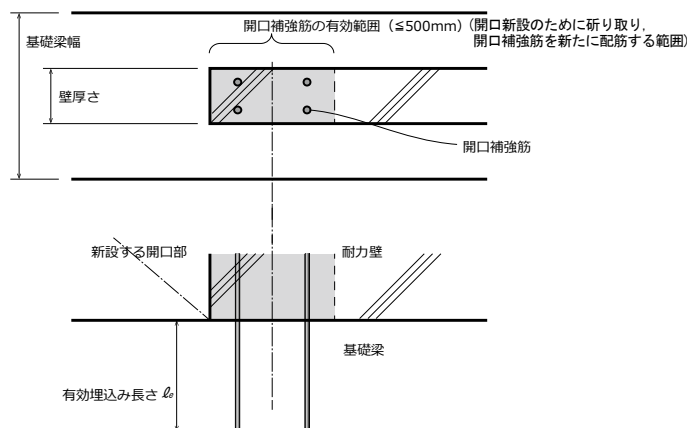
(1) 適用建物の規模、構造種別・構造形式、用途、接着系あと施工アンカーを用いる構造部材

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| ・ 適用建築物の規模 | : 高さ 20 m 以下 |
| ・ 構造種別・構造形式 | : 鉄筋コンクリート構造・耐力壁付きラーメン構造 |
| ・ 建築物の用途 | : 事務所, 集合住宅 |
| ・ 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材 | : 開口を新設する耐力壁 |
| ・ 耐力壁の大きさ(開口の大きさ) | : 等価開口周比 0.4 以下 |
| ・ 新設する開口の高さ | : 2.2 m 以下 |
| ・ 開口の位置 | : 柱面から 1.0 m 以上 |
| ・ 耐力壁の厚さ | : 180 mm 以上 |
| ・ 高さ方向の配置 | : ある特定階に単層で配置 |

申請例図 3.1 に建築物の平面図を、申請例図 3.2 に耐力壁の開口際と基礎梁の取り合い部分を示す。



申請例図 3.1 耐力壁に開口を新設する鉄筋コンクリート造建物の平面図および立面図例



申請例図 3.2 あと施工アンカーを用いた耐力壁の開口際補強と既存基礎梁の取り合い部分

(2) 適用範囲・適用条件等

本申請例 1 章 に記載の適用範囲・適用条件に同じ。

(3) 使用材料

本申請例 1 章 に記載の使用材料に同じ。

(4)許容応力度・材料強度

1) コンクリートおよび鉄筋の許容応力度, 材料強度

使用するコンクリートおよび鉄筋の許容応力度, 材料強度は, **申請例表 3.1**, **申請例表 3.2** による

申請例表 3.1 使用するコンクリートの許容応力度および材料強度 (N/mm²)

	長期			短期			材料強度
	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断	圧縮
耐力壁のコンクリート	7.0	—	0.7	14.0	—	1.05	21.0
アンカー筋を埋め込む基礎梁のコンクリート	5.86	—	0.58	11.7	—	0.87	17.6

申請例表 3.2 鉄筋およびアンカー筋の許容応力度および材料強度 (N/mm²)

	長期			短期			材料強度	
	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張
SD295	195	195	195	295	295	295	324.5	324.5

2) 鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度

開口を新設する耐力壁に使用する異形鉄筋および先付け鉄筋の重ね継手長さ検討用のコンクリートに対する許容付着応力度は, **申請例表 3.3** による

申請例表 3.3 開口を新設する耐力壁に使用する鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度(N/mm²)

	長期		短期	
	上端筋	その他の鉄筋	上端筋	その他の鉄筋
耐力壁の開口補強に使用する異形鉄筋	1.40	2.10	2.10	3.15

3) アンカー筋を埋め込む基礎梁のコンクリートの圧縮に対する材料強度 F の設定

アンカー筋を埋め込む基礎梁のコンクリートに関する圧縮強度のデータがない場合, 基礎梁より 5 個のコアを採取し, **本ガイドライン 1.3.6 項 解説(4)2** より, 圧縮に対する材料強度 F を設定する.

4) アンカー筋単体の許容応力度・材料強度

アンカー筋単体の許容応力度・材料強度は, **申請例表 3.4** による.

申請例表 3.4 基礎梁に埋め込むアンカー筋単体の許容応力度・材料強度

種類 断面の位置	長期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		短期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		材料強度	
	引張 f_t	せん断 f_s	引張 f_t	せん断 f_s	引張 f_t	せん断 f_s
アンカー筋の断面	$\frac{\sigma_y}{1.5}$	$\min\left(\frac{\sigma_y}{1.5\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{4.5}\right)$	σ_y	$\min\left(\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{2.25}\right)$	σ_y	$\min\left(\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{1.5}\right)$
コーン状破壊を生じる コンクリートの断面	$\frac{0.23\sqrt{F}}{4.5}$	—	$\frac{0.23\sqrt{F}}{2.25}$	—	$\frac{0.23\sqrt{F}}{1.5}$	—
付着破壊を生じる コンクリートの断面	$\frac{10\sqrt{\frac{F}{21}}}{4.5}$	—	$\frac{10\sqrt{\frac{F}{21}}}{2.25}$	—	$\frac{10\sqrt{\frac{F}{21}}}{1.5}$	—

[記号] σ_y : アンカー筋の規格降伏点, E_c : コンクリートのヤング係数, F : コンクリートの圧縮に対する材料強度 (単位: N/mm²)

[注] $\sqrt{E_c \cdot F}$ は 500 N/mm² 以上 900 N/mm² 以下とする.

(5) 荷重および外力とその組合せおよび大きさ

開口を有する耐力壁の開口補強筋は、『鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2018)』に従い設計する。このとき、設計用荷重として、耐力壁の短期許容せん断力を採用する。

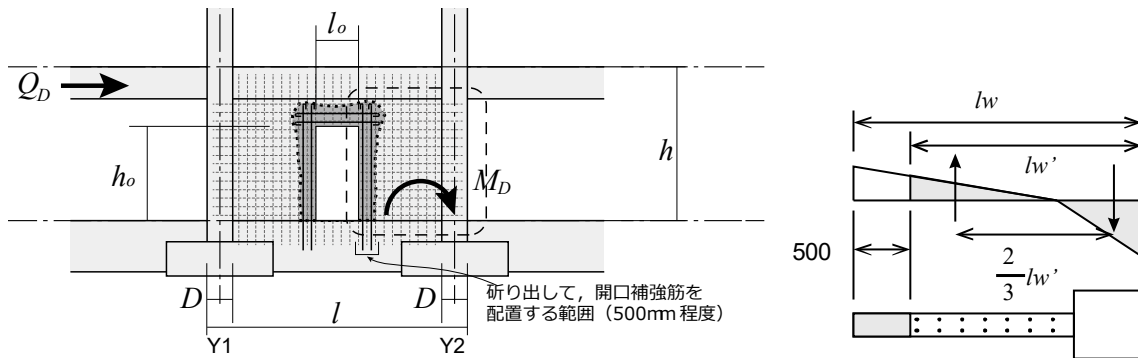
長期荷重は両側柱で支持するため、開口の有無によらず、長期荷重に対する設計は行わない。

(6) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材を含む建築物の構造計算方法

必要開口補強筋量の算出

『鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2018)』に従い、耐力壁に開口を設ける場合の開口際に必要な縦筋を設計する。短期許容せん断力時に、開口の左右の壁板に生じるモーメントを負担できるよう縦筋を計画する。このとき、残存する既存の壁縦筋を考慮してよい。

対象とする耐力壁の各寸法を申請例図 3.3 に示す通りとし、以下に計算手順を示す。



申請例図 3.3 対象とする耐力壁と新設開口補強

設計用荷重として、短期許容せん断力 Q_{AS} を算出する。

開口の低減係数 r を求める。

$$r = \min(r_1, r_2, r_3)$$

$$r_1 = 1 - 1.1 \times \frac{\ell_o}{\ell}, \quad r_2 = 1 - 1.1 \times \sqrt{\frac{h_o \cdot \ell_o}{h \cdot \ell}}, \quad r_3 = 1 - \lambda \times \frac{\sum h_o}{\Sigma h}, \quad \text{なお, } \lambda = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\ell_o}{\ell} \right)$$

開口低減を考慮して許容せん断力を求める。

$$Q_{AS} = r \times \max(Q_1, Q_2)$$

$$Q_1 = t \cdot \ell \cdot f_s, \quad Q_2 = Q_W + \Sigma Q_C, \quad Q_W = p_s \cdot t \cdot \ell_e \cdot f_t, \quad Q_C = b \cdot j \{ \alpha \cdot f_s + 0.5_w f_t (p_w - 0.002) \}$$

開口の左右の壁板に作用する曲げモーメント M_D は、左右均等に負担すると仮定して以下となる。なお、ここでは、設計用せん断力 Q_D は、安全側の仮定として壁板の短期許容せん断力 Q_{AS} とする。

$$M_D = \frac{h_o}{2} \times \frac{Q_D}{2} = \frac{h_o \cdot Q_D}{4}$$

開口の新設に際して、開口際を 500 mm 程度研ることとし、既存の壁板の縦筋による負担モーメント M_{sv} は以下となる。

$$M_{sv} = \left(\frac{1}{2} \times p_{sv} \times f_t \times \frac{3}{4} \ell_w' \times t \right) \times \frac{2}{3} \ell_w' = \frac{t \cdot \ell_w'^2}{4} p_{sv} \cdot f_t$$

$$T_v = \frac{M_D - M_{sv}}{\ell_w} = \frac{h_o \cdot Q_D}{4 \ell_w} - \frac{t \cdot \ell_w'^2}{4 \ell_w} p_{sv} \cdot f_t, \quad \ell_w = \frac{1}{2} (\ell - \ell_o)$$

以上の結果を用いて、次式を満たすように、アンカー筋断面積 a_{st} および強度 f_t を定める。

$$T_v < a_{st} \cdot f_t$$

開口際(開口から 500 mm 程度以内)に、 a_{st} を満足する縦筋本数を配置する。

※開口周囲に必要となる斜め補強筋量の $1/\sqrt{2}$ を縦補強筋量に加算する。

(7) 接着系あと施工アンカーの設計

開口補強筋の定着

開口補強筋の縦筋は、基礎梁に定着する。縦筋の材料強度を用いて、母材降伏を保証するよう埋込み長さを定める。このとき、付着破壊耐力およびコーン状破壊耐力を考慮する。

(8) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の冗長性の確保

本工法は、短期荷重を対象としており、長期荷重を支持する部材ではないため、冗長性の確保は不要である。

(9) 硬化後の接着剤の耐久性に影響を及ぼす環境の有無

接着系あと施工アンカーを用いた耐力壁は、屋内であることから、硬化した接着剤には紫外線が直接降り注ぐことはなく、硬化した接着剤の耐久性に影響を及ぼす環境にはない。

(10) 構造性能実験結果

開口際に新設する開口補強筋を模擬して、あと施工アンカーにより基礎梁に定着した縦筋を有する壁柱状部材試験体に、短期荷重以上を想定した正負交番繰返し载荷した結果は、先付け鉄筋を基礎梁に定着した同形状の部材試験体と比較した。その結果、両試験体は、同等の曲げ耐力を有しており、荷重～変形関係やひび割れ発生状況に関しても有意差が見られないことを確認した。

(11) 構造計算例

既存の無開口耐震壁に、ドア開口を設ける場合の開口際縦補強筋の設計およびあと施工アンカーの設計を以下に示す。

1) 構造体のコンクリート強度

アンカー筋を埋め込む基礎梁のコンクリートに関する圧縮強度のデータがないことから、基礎梁より 5 個のコアを採取し、**本ガイドライン 13.6 項 解説(4)2)** より、圧縮に対する材料強度 F を設定した。下記の記載例を示す。

(a) コアの圧縮強度 : $x_1 \sim x_5 = 28.0, 28.5, 30.0, 31.0, 32.0 \text{ N/mm}^2$

(b) コア圧縮強度の平均値 : $x_{mean} = (28.0 + 28.5 + 30.0 + 31.0 + 32.0) / 5 = 29.9 \text{ N/mm}^2$

(c) コア圧縮強度の標準偏差 : $s = [\{(29.9 - 28.0)^2 + (29.9 - 28.5)^2 + (29.9 - 30.0)^2 + (29.9 - 31.0)^2 + (29.9 - 32.0)^2\} / 4]^{0.5} = 1.67 \text{ N/mm}^2$

(d) 基礎梁のコンクリートの圧縮に対する材料強度

$$F = \text{Min}\{x_{mean} - 2.132 \times s, F_c\} = \text{Min}\{(29.9 - 2.132 \times 1.67), 17.6\} \\ = \text{Min}(26.4, 17.6) = 17.6 \text{ N/mm}^2$$

2) 開口補強筋量の設計

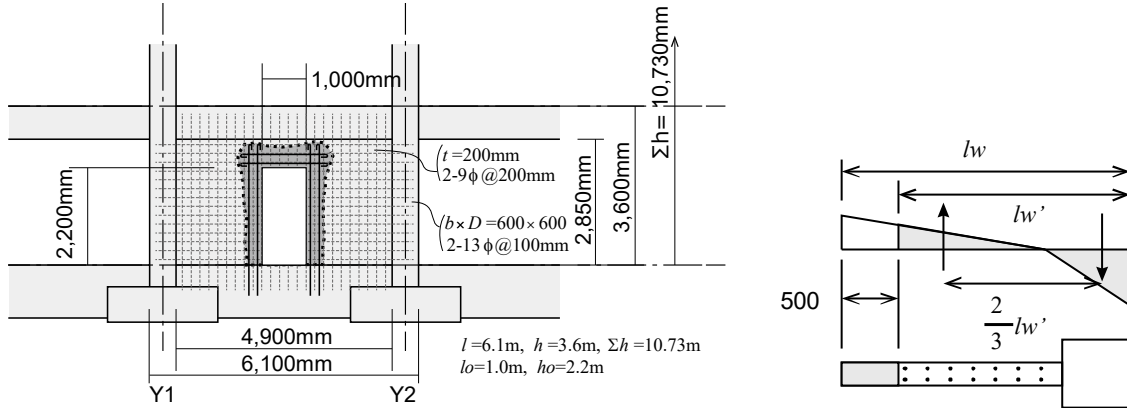
『鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2018)』に従い、耐力壁に開口を設ける場合の開口際に必要な縦筋を設計する。短期許容せん断力時に、開口の左右の壁板に生じるモーメントを負担できるよう縦筋を計画する。このとき、残存する既存の壁縦筋を考慮してよい。

申請例図 3.4 に示す耐力壁の新設開口について計算する。設計用荷重として、短期許容せん断力 Q_{AS} を算出する。開口の低減係数 r を求める。

$$r = \text{Min}(r_1, r_2, r_3) = 0.652$$

$$r_1 = 1 - 1.1 \times \frac{\ell_0}{\ell} = 1 - 1.1 \times \frac{1.0}{6.1} = 0.820 \quad , \quad r_2 = 1 - 1.1 \times \sqrt{\frac{h_0 \cdot \ell_0}{h \cdot \ell}} = 1 - 1.1 \times \sqrt{\frac{2.2 \times 1.0}{3.6 \times 6.1}} = 0.652$$

$$r_3 = 1 - \lambda \times \frac{\Sigma h_0}{\Sigma h} = 1 - 0.582 \times \frac{2.2}{10.73} = 0.881 \quad , \quad \text{なお, } \lambda = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\ell_0}{\ell} \right) = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1.0}{6.1} \right) = 0.582$$



申請例図 3.4 新たに開口を設ける耐力壁の寸法等

開口低減を考慮して許容せん断力を求める。

$$Q_{AS} = r \times \max(Q_1, Q_2) = 1016 [kN]$$

$$Q_1 = t \cdot \ell \cdot f_s = 200 \times 6100 \times 1.05 = 1281 [kN]$$

$$Q_2 = Q_W + \Sigma Q_C = 1747 [kN]$$

$$Q_W = p_s \cdot t \cdot \ell_e \cdot f_t = 0.00315 \times 200 \times 4900 \times 235 = 725 [kN]$$

$$Q_C = b \cdot j \{ \alpha \cdot f_s + 0.5_w f_t (p_w - 0.002) \} = 600 \times 459 \{ 1.5 \times 1.05 + 0.5 \times 235 (0.0044 - 0.002) \} = 511 [kN]$$

開口の左右の壁板に作用する曲げモーメント M_D は、左右均等に負担すると仮定して以下となる。なお、ここでは、設計用せん断力 Q_D は、安全側の仮定として壁板の短期許容せん断力 Q_{AS} とする。

$$M_D = \frac{h_o}{2} \cdot \frac{Q_D}{2} = \frac{h_o \cdot Q_D}{4}$$

開口の新設に際して、開口際を 500 mm 程度研るとして、既存の壁板の縦筋による負担モーメント M_{sv} は以下となる。

$$M_{sv} = \left(\frac{1}{2} \cdot p_{sv} \cdot f_t \cdot \frac{3}{4} \ell_w' \cdot t \right) \frac{2}{3} \ell_w' = \frac{t \cdot \ell_w'^2}{4} p_{sv} \cdot f_t$$

$$T_v = \frac{M_D - M_{sv}}{\ell_w} = \frac{h_o \cdot Q_D}{4 \ell_w} - \frac{t \cdot \ell_w'^2}{4 \ell_w} p_{sv} \cdot f_t = \frac{2200 \times 1016000}{4 \times 2550} - \frac{200 \times 2050^2}{4 \times 2550} \times 0.00315 \times 235 = 219137 - 60998 = 158139 [N]$$

アンカー筋を 4 本配置するとすると、アンカー筋 1 本あたりに生じる引張力は、39,535 N となる。

$$\ell_w = \frac{1}{2} (\ell - \ell_o) = \frac{6.1 - 1}{2} = 2.55$$

D16(SD295)を用い、以下のとおり、必要な縦筋は、3-D16 となる($199 \times 3 = 597 \text{ mm}^2$)。

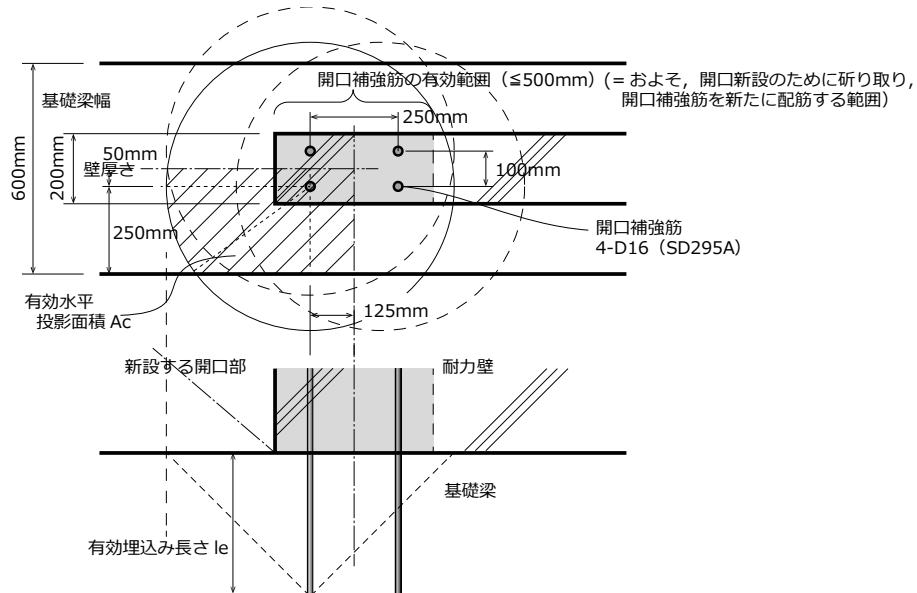
$$\frac{T_v}{295} = \frac{158139}{295} = 536 [mm^2]$$

以上より、開口際(縁から 500 mm の範囲)に、2-D16 をダブルで配置する。

3) 開口補強筋の定着

開口補強筋の縦筋は、基礎梁に定着する。縦筋の材料強度を用いて、母材降伏を保証するよう埋込み長さを定める。

申請例図 3.5 のように幅 600 mm の基礎梁に埋込み長さ $\ell_e=400$ mm として配置した場合、コーン状破壊に対する短期許容引張力 sT_{cc} は、以下の通りとなる。



申請例図 3.5 新設開口際に配置する縦筋の配置

$$sT_{cc} = \frac{0.23\sqrt{F_c}}{2.25} \times Ac = \frac{0.23\sqrt{17.6}}{2.25} \times 146453 = 62.806[\text{kN}]$$

また、付着に対する短期許容引張力 sT_{cb} は、以下の通りとなる。

$$sT_{cb} = \frac{10\sqrt{F/21}}{2.25} \times \pi \cdot d \cdot \ell_e = \frac{10\sqrt{17.6/21}}{2.25} \times \pi \times 16 \times 400 = 81.808[\text{kN}]$$

アンカー筋の降伏荷重 sT は、以下の通りであり、上述の短期許容引張力以下となる。

$$sT = a_{st} \cdot f_t = 199 \times 295 = 58.705[\text{kN}] < sT_{cc} < sT_{cb}$$

上記数値は、アンカー筋 1 本に生じる引張力 39.5 kN を上回っており、OK となる。

(12) その他必要と思われる事項

架構付きの壁部材としての性能と架構としての保有耐震性能は別途検討し、必要に応じて補強を行う。

耐力壁に開口を新設する既存建物に対して、設計を開始する前に調査すべき項目を以下に示す。

- 1) 建築物各部におけるひび割れ調査および建築部の変形(傾斜、不同沈下)に関する調査
- 2) 耐力壁脚部の基礎梁の調査(ひび割れの有無、鉄筋位置、鉄筋の発錆の有無、コア採取位置と個数等)

3. 施工指針

本ガイドライン 1.3.5 項 に従って記載する。(本申請例においては, 記載省略する)

接着系あと施工アンカー工事施工者および穿孔穴の深さ, 傾斜ならびにアンカー筋の埋込み深さや傾斜を記録する。(本申請例においては, 記載省略する)

4. プレキャスト鉄筋コンクリート部材等の製造要領および製造品質管理

本申請例は、プレキャスト鉄筋コンクリート部材を使用しないことから、記載省略する。

5. 構造性能実験

5.1 構造性能実験関連

(1) 試験体のパラメータの設定, 試験体数

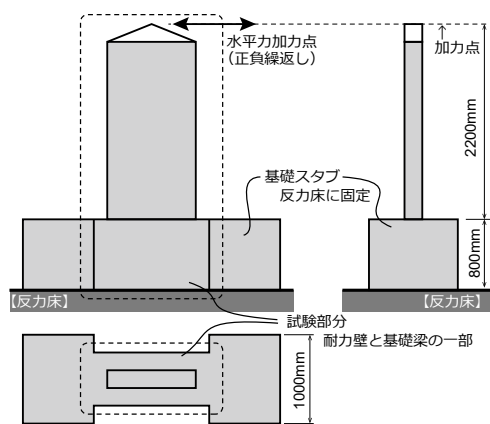
耐力壁の開口際に配置した縦補強筋が曲げ引張応力を受ける場合の定着性能が、あと施工アンカーにより定着した場合でも、先付け鉄筋とした場合と同程度以上であることを確認するため、設計方針に従って設計した壁柱状片持ち部材試験体により構造実験を行う。

試験体は、基礎梁を模した剛強なスタブへの定着方法をパラメータとして、あと施工アンカーを用いる場合と先付け鉄筋とする場合の2体とする。

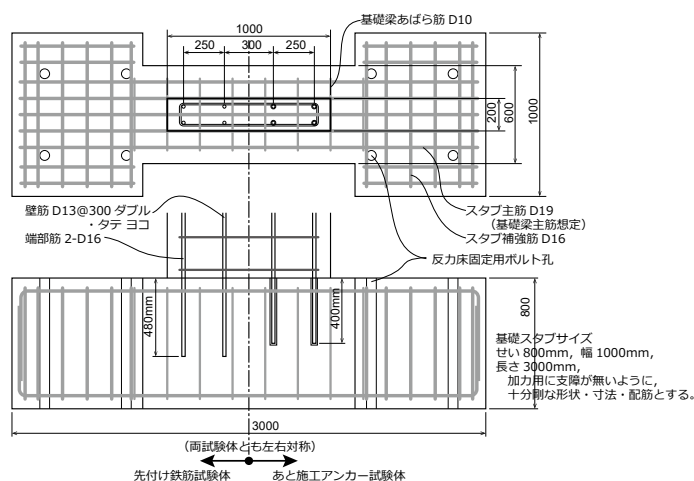
(2) 試験体の形状, 寸法, 縮尺等

試験体の形状および寸法を申請例図 3.6 および申請例図 3.7 に示す。縮尺は実大とする。先付け鉄筋は鉄筋コンクリート構造計算規準に従って定着長さを定めることとし、あと施工アンカー試験体は、本工法の設計指針に従って埋込み長さを定める。

対象とする鉄筋は、D16(SD295)とする。



申請例図 3.6 耐力壁試験体の外形



申請例図 3.7 耐力壁試験体の脚部およびスタブの配筋

(3) 使用材料・コンクリートの圧縮強度

1) 接着系あと施工アンカー

- ・あと施工アンカー : 接着系あと施工アンカー注入方式カートリッジ型(本申請例 1 章(2) 参照)
基準付着強度 10 N/mm²

- ・アンカー筋 : D16

2) 基礎梁に使用する鉄筋・コンクリート

- ・鉄筋 : D10～D22(SD295)
- ・コンクリート : 圧縮強度 17.6 N/mm²(適用範囲の最小値)

3) 耐力壁に使用する鉄筋・コンクリート

- ・鉄筋 : D13(SD295)
- ・コンクリート : 圧縮強度 21 N/mm²

4) 試験体基礎に使用する鉄筋・コンクリート

- ・鉄筋 : D10～D22(SD295)
- ・コンクリート : 圧縮強度 21 N/mm²

(4) 試験体の設計

壁厚 200 mm の無開口耐力壁に、幅 1 m×高さ 2.2 m のドア開口を設けることとし、必要な開口補強筋が D16(SD295)となった場合を想定する。既存の耐力壁配筋は D10@200(ダブル)とし(横筋)、開口補強筋 D16 を縦に配置する壁柱状部材試験体とする。

あと施工アンカーの埋込み長さは、付着破壊とコーン状破壊を防止するよう計画した。

4.(11)構造計算例に従い、基礎梁幅 600 mm とし、壁厚 200 mm に対して、D16(SD295)を埋込み長さ 400 mm で配筋することとした。

一方、比較対象とする先付け鉄筋を用いた試験体は、次式より算定し、 $30d_b=480$ mm とした。

$$\ell \geq \ell_{ab} = s f_t \cdot d_b / (4 \times s f_a) = 295 \times d_b / (4 \times 2.64) = 28.0 d_b \Rightarrow 30 d_b$$

なお、RC 基準(2018)の規定に従って計算すると、下記となる。

$$\ell_{ab} = \alpha \cdot \frac{S \cdot \sigma_t \cdot d_b}{10 f_b} = 1.0 \times \frac{1.25 \times 295 \times 16}{10 \times 1.34} = 440.3 \text{ mm}$$

ここで、:コア内定着のため 1.0, S:耐震部材のため 1.25, $s f_t$:先付け鉄筋の短期許容引張応力度で 295[N/mm²], d_b :鉄筋径で 16[mm], f_b :付着割裂の基準となる強度[N/mm²]で、以下の通り

$$f_b = \frac{F_c}{40} + 0.9 = \frac{17.6}{40} + 0.9 = 1.34$$

なお、両試験体ともに、壁板のせん断破壊が生じることなく脚部危険断面で曲げ降伏して縦筋(D16)が確実に降伏するように、横補強筋量を確認する。想定する耐力壁の配筋量でせん断破壊する可能性がある場合は、横補強筋を適切に増量し、確実に曲げ降伏するよう計画する。

(5) 荷重方法・荷重サイクル

養生時間を確保し、壁板部の強度発現を確認したのち、下スタブを反力床に固定し、柱頭部に水平力を載荷する片持ち柱形式の加力を行った。

荷重は、正負交番繰返し荷重とし、壁脚部に曲げ降伏を生じさせた。部材角(加力点における水平変位をせん断スパン(加力点の脚部からの距離)で除した値)で、 $R=1/200, 1/100, 1/50$ を振幅として繰返し荷重を行い、曲げ降伏および降伏後の挙動を確認した。

(6) 測定項目・測定方法等

部材角を確認するための加力点高さの水平変位を計測するとともに、水平力を載荷するジャッキの荷重をロードセルにより計測した。壁板の変形挙動を把握するために各部の変位を計測した。特に、脚部の目開きを計測した。縦筋にひずみゲージを貼付して、ひずみ度を計測するとともに、各加力サイクルピーク時のひび割れ状況を観察しスケッチした。

(7) 試験結果

(6)に記載の測定項目の測定結果や、荷重～変形(部材角)関係について、接着系あと施工アンカーを用いた部材試験体と先付け鉄筋を用いた部材試験体の比較検討を行った。(本申請例において、記載省略する)

(8) 設計指針への反映

試験結果をもとに、設計指針へ反映すべき項目があれば、設計指針へ反映する。(本申請例においては、記載省略する)

5.2. 施工指針関連

試験体の製作を通じて施工指針へ反映すべき項目があれば、施工指針へ反映する。(本申請例においては、記載省略する)

(申請例 4) スラブ設置に伴う定着筋に接着系あと施工アンカーを用いる場合

申請例 4 は、既存建築物に鉄筋のコンクリート造の床板(以下、スラブという)を設置する場合にスラブの主筋定着に接着系あと施工アンカーを用いる場合の申請資料作成の雛形を記載したものである。接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の申請資料には、本ガイドラインの **1.3 節**に記載の項目と内容を記載する。

1. 適用範囲・適用条件等

(1) 適用範囲・使用部位・適用条件等

1) 適用範囲

既存壁式鉄筋コンクリート造建築物の 1 階木造床を RC 造スラブに改造する場合の当該増設スラブの主筋の定着に接着系あと施工アンカーを用いる。

- ・ 適用建築物の規模 : 地上階数 5 以下
- ・ 構造種別・構造形式 : 鉄筋コンクリート造・壁式構造
- ・ 建築物の用途 : 集合住宅
- ・ 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材 : 増設スラブ
- ・ 増設スラブの部屋の用途 : 住宅
- ・ 増設スラブの大きさ : 短辺方向内法長さ 4.3 m 以下
長辺方向内法長さ 7.0 m 以下
- ・ スラブ厚さ : 150～200mm 厚で、ダブル配筋
- ・ 母材コンクリート強度 : 既存躯体 17.6 N/mm² 以上 30 N/mm² 以下
新設部材 21 N/mm² 以上

2) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材での接着系あと施工アンカーを使用する部位

① 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材

- ・ 増設スラブ

② 接着系あと施工アンカーのアンカー筋を用いる部位

- ・ 増設スラブの主筋の基礎梁への定着

3) 接着系あと施工アンカーの使用条件

集合住宅のスラブに作用する固定荷重(仕上げ荷重含む)および積載荷重により長期的に荷重および外力とその組合せが作用する。

4) あと施工アンカー施工時の環境条件

外気温が 0℃以上 40℃以下で施工する。また、室内での施工により降雨の影響はなく接着剤の硬化に及ぼす影響は無い。

5) 接着剤固化後の環境条件

増設するスラブは 1 階であることから、1 階スラブ下の温度や湿度ならびに室内の温度や湿度の影響を受けるが、接着剤の耐久性に影響を及ぼす要因は無い。

6) 火災時の温度の影響の有無

接着系あと施工アンカーを用いたスラブの居室に火災が生じた場合、スラブコンクリートの温度はかなりの高温になることが想定される。火災後は当該スラブの被災状況およびあと施工アンカーのかぶり厚さから周囲のコンクリートの温度の影響の有無を調査し、必要な場合は対策を講ずることとする。

(2) 使用材料

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料を、下記に記載する。

1) 接着系あと施工アンカー関連

① 製品名称および製造会社名

〇〇〇〇〇アンカー／A 株式会社

② 性能評定番号および性能評定機関名称

第〇〇〇〇号／一般社団法人〇〇〇〇協会

③ 評定取得年月日および有効期限

令和〇年〇月〇日認証取得／令和〇年〇月〇日まで有効

④ あと施工アンカーの分類

接着系あと施工アンカー注入方式カートリッジ型ミキシングノズル式(エポキシ樹脂系)

⑤ 基準付着強度

10 N/mm²

⑥ 適用範囲

- ・ 穿孔方法 : ハンマードリル
- ・ 母材 : 普通コンクリート $18 \leq F \leq 36$ N/mm²
- ・ アンカー筋の種類 : 異形棒鋼 (JIS G 3112)
- ・ アンカー筋の種別 : SD295, SD345
- ・ アンカー筋の呼び径 : D10~D25
- ・ 有効埋込み長さ : $7d_a \sim 20d_a$ かつ 300 mm 以下

⑦ 環境条件

- ・ 屋外使用の可否 : 可
- ・ 施工時温度 : 5~35℃
- ・ 硬化後温度 : 5~35℃

2) 接着系あと施工アンカーを除く構造部材および使用部位の材料強度

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材に使用する材料およびアンカー筋を固着する構造部材に使用されている材料関係を明示する。本申請例においては、下記とする。

① あと施工アンカーを用いた構造部材(増設スラブおよび枠梁に使用する材料)

- ・ コンクリートの種別 : 普通コンクリート
- ・ コンクリートの圧縮に対する材料強度(設計基準強度) : $F_c = 21$ N/mm²
- ・ 鉄筋の種別, 呼び名 : D10, D13, D16(SD295)

② アンカー筋を固着する構造部材：基礎梁

- ・ コンクリートの種別 : 普通コンクリート
- ・ コンクリートの圧縮に対する材料強度 : $F = 17.6$ N/mm²(本申請例 2 章(4) 参照)
- ・ 鉄筋の種別, 呼び名 基礎梁の主筋 : D16, D19(SD295), D22, D25(SD345)
- 基礎梁の中間部横補強筋 : D10, D13(SD295)
- 基礎梁の縦補強筋(せん断補強筋) : D10, D13(SD295)

(3) 接着系あと施工アンカーを用いたスラブに作用する荷重および外力とその組合せと大きさ

1)スラブ検討用

・ 固定荷重 : $24.0 \times t + w_f$ (kN/m²)

ここで, t :スラブ厚さ(m)

w_f :仕上げ荷重(kN/m²) $w_f = 0.6$

・ 積載荷重 : 1.8 (kN/m²) (住宅の居室用のスラブ検討用積載荷重)

2)増設スラブを含む建築物の構造設計用荷重

1 階のスラブ荷重が増加することから, 基礎設計用荷重に考慮する. 設計用地震力用の各階の重量には変化無し.

(4) 接着系あと施工アンカーを用いた増設スラブの構造性能

先付け鉄筋を用いた増設スラブと荷重～変形関係, ひび割れ状況, 鉄筋の拔出し量, たわみ増大係数が同程度であることを長期載荷試験により確認した. (本申請例 5 章 参照)

(5) 接着系あと施工アンカーに持続的に引張力が作用する場合の冗長性の確保方法

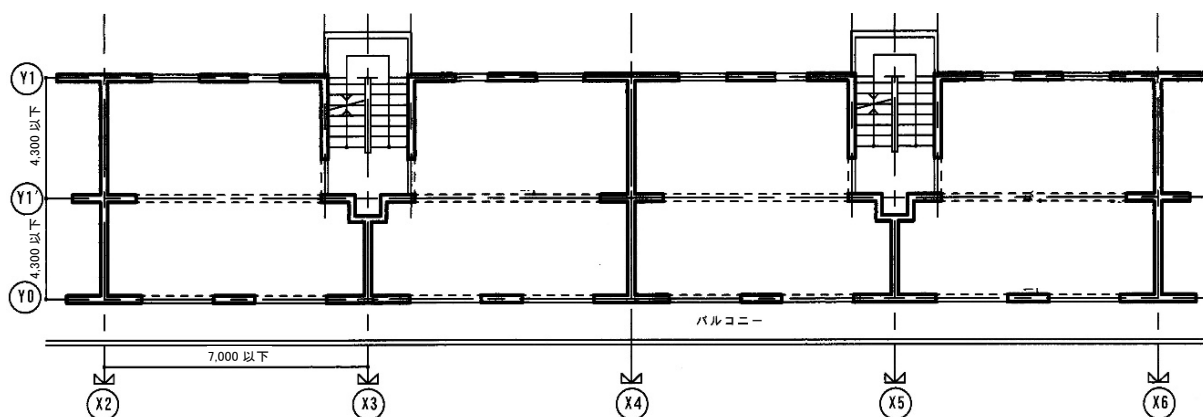
スラブの主筋に持続的に引張力が作用するため, 1 階の増設スラブ下に RC 造によるブロックを増設スラブ各辺に設置する. なお, 火災時の影響を考慮し, 十分なかぶり厚さを確保した上で, スラブ全重量を支持できるようにする.

2. 設計指針

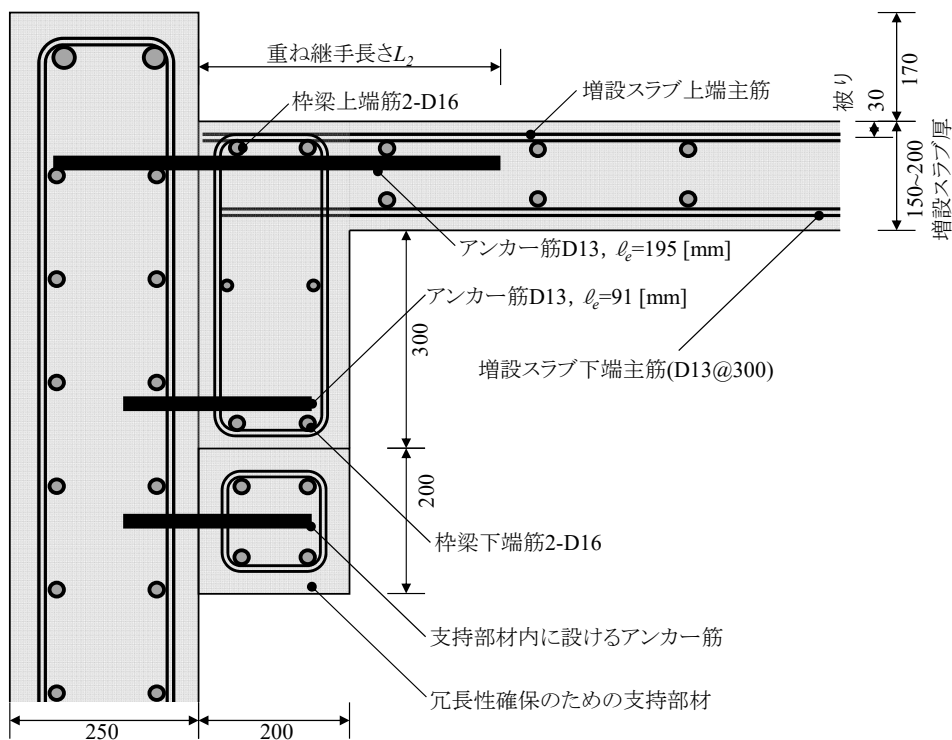
(1) 適用建築物の規模，構造種別・構造形式，用途，接着系あと施工アンカーを用いる構造部材

申請例図 4.1 に建築物の平面図を，申請例図 4.2 に増設スラブと既存基礎梁との断面詳細を示す。

- ・ 適用建築物の規模 : 地上階数 5 以下
- ・ 構造種別・構造形式 : 鉄筋コンクリート造・壁式構造
- ・ 建築物の用途 : 集合住宅
- ・ 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材 : 増設スラブ
- ・ 増設スラブの部屋の用途 : 住宅
- ・ 増設スラブの大きさ : 短辺方向内法長さ 4.3 m 以下，長辺方向内法長さ 7.0 m 以下
- ・ スラブ厚さ : 150～200 mm 厚で，ダブル配筋



申請例図 4.1 増設スラブを適用する壁式鉄筋コンクリート造集合住宅の平面図例



〔注〕 増設スラブ内の配力筋は上下とも D10@300 とする。

申請例図 4.2 接着系あと施工アンカーを用いた増設スラブと既存基礎梁との接合詳細

(2) 適用範囲・適用条件等

本申請例 1 章 に記載の適用範囲・適用条件等と同じ。

(3) 使用材料

本申請例 1 章 に記載の使用材料と同じ。

(4) 許容応力度・材料強度

1) 使用するコンクリートおよび鉄筋の許容応力度および材料強度は、申用例表 4.1、申請例表 4.2 による。

申請例表 4.1 使用するコンクリートの許容応力度および材料強度(N/mm²)

	長期			短期			材料強度
	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断	圧縮
増設スラブのコンクリート ¹⁾	7.0	—	0.7	14.0	—	1.05	21.0
アンカー筋を埋め込む 基礎梁のコンクリート ²⁾	5.86	—	0.58	11.7	—	0.87	17.6

[注] 1) 増設スラブコンクリートの設計基準強度： $F_c=21 \text{ N/mm}^2$

2) アンカー筋を埋め込む基礎梁コンクリートの圧縮に対する材料強度： $F=17.6 \text{ N/mm}^2$
基礎梁のコンクリートの圧縮に対する材料強度 F の設定は、3)による。

申請例表 4.2 鉄筋およびアンカー筋の許容応力度および材料強度(N/mm²)

	長期			短期			材料強度	
	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張
SD295	195	195	195	295	295	295	324.5	324.5

2) 増設スラブに使用する異形鉄筋および先付け鉄筋の重ね継手長さ検討用のコンクリートに対する許容付着応力度は、申請例表 4.3 による。

申請例表 4.3 増設スラブに使用する鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度(N/mm²)

	長期		短期	
	上端筋	その他の鉄筋	上端筋	その他の鉄筋
増設スラブに使用する 異形鉄筋	1.40	2.10	2.10	3.15

3) アンカー筋を埋め込む基礎梁のコンクリートの圧縮に対する材料強度 F の設定

アンカー筋を埋め込む基礎梁のコンクリートに関する圧縮強度のデータがないことから、基礎梁より 5 個のコアを採取し、本ガイドライン 1.3.4 項 解説(4)2) より圧縮に対する材料強度 F を設定した。

(a) コアの圧縮強度 $:x_1 \sim x_5 = 28.0, 28.5, 30.0, 31.0, 32.0 \text{ N/mm}^2$

(b) コア圧縮強度の平均値 $:x_{\text{mean}} = (28.0 + 28.5 + 30.0 + 31.0 + 32.0)/5 = 29.9 \text{ N/mm}^2$

(c) コア圧縮強度の標準偏差： $s = [\{(29.9-28.0)^2 + (29.9-28.5)^2 + (29.9-30.0)^2 + (29.9-31.0)^2 + (29.9-32.0)^2\}/4]^{0.5}$
 $= 1.67 \text{ N/mm}^2$

(d) 基礎梁のコンクリートの圧縮に対する材料強度：

$$F = \min\{(x_{\text{mean}} - 2.132 \times s), F_c\} = \min\{(29.9 - 2.132 \times 1.67), 17.6\}$$
$$= \min(26.3, 17.6) = 17.6 \text{ N/mm}^2$$

4) アンカー筋単体の許容応力度・材料強度

申請例表 4.4 基礎梁に埋め込むアンカー筋単体の許容応力度・材料強度

種類 断面の位置	長期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		短期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		材料強度	
	引張 f_t	せん断 f_s	引張 f_t	せん断 f_s	引張 f_t	せん断 f_s
アンカー筋の断面	$\frac{\sigma_y}{1.5}$	$\min\left(\frac{\sigma_y}{1.5\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{4.5}\right)$	σ_y	$\min\left(\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{2.25}\right)$	σ_y	$\min\left(\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}, \frac{0.4\sqrt{E_c \cdot F}}{1.5}\right)$
コーン状破壊を生じる コンクリートの断面	$\frac{0.23\sqrt{F}}{4.5}$	—	$\frac{0.23\sqrt{F}}{2.25}$	—	$\frac{0.23\sqrt{F}}{1.5}$	—
付着破壊を生じる コンクリートの断面	$\frac{10\sqrt{\frac{F}{21}}}{4.5}$	—	$\frac{10\sqrt{\frac{F}{21}}}{2.25}$	—	$\frac{10\sqrt{\frac{F}{21}}}{1.5}$	—

〔記号〕 F :コンクリートの圧縮に対する材料強度(N/mm²)

〔注〕 $\sqrt{E_c \cdot F}$ は 500 N/mm²以上 900 N/mm²以下とする。

(5) 荷重および外力とその組合せおよび大きさ

1) 増設スラブ設計用荷重

(a) スラブ自重

- ・スラブ厚さ 200 mm の場合: $w_1 = 24.0 \times 0.20 \times 1\,000 = 4\,800 \text{ N/m}^2$
- ・スラブ厚さ 150 mm の場合: $w_1 = 24.0 \times 0.15 \times 1\,000 = 3\,600 \text{ N/m}^2$

(b) スラブ仕上げ荷重

- ・居室を設定
 - ・フローリング 厚さ 12 mm 100 N/m²
 - ・床下地 厚さ 25 mm 200 N/m²
 - ・天井(下地とも) 150 N/m²
 - ・木間仕切り壁等 150 N/m²
- } 600 N/m²

(c) 積載荷重(スラブ計算用) 1 800 N/m²

(d) スラブ設計用荷重

- ・スラブ厚さ 200 mm の場合: $w = 4\,800 + 600 + 1\,800 = 7\,200 \text{ N/m}^2$
- ・スラブ厚さ 150 mm の場合: $w = 3\,600 + 600 + 1\,800 = 6\,000 \text{ N/m}^2$

(e) スラブ厚さを引いた枠梁の重量

- ・ $w_b = 7\,200 \times 0.2 \times 2 \times \{(l_x - 0.2) + (l_y - 0.2)\} = 2\,880 \times (l_x + l_y - 0.4)$

2) 増設スラブの設計用曲げモーメント

(a) 四辺固定スラブとする場合

- ・短辺方向両端最大曲げモーメント : $M_{x1} = -w_x \cdot \ell_x^2 / 12$
- ・短辺方向中央部最大曲げモーメント : $M_{x2} = w_x \cdot \ell_x^2 / 18$
- ・長辺方向両端最大曲げモーメント : $M_{y1} = -w \cdot \ell_x^2 / 24$
- ・長辺方向中央部最大曲げモーメント : $M_{y2} = w \cdot \ell_x^2 / 36$
- ・せん断力を負担するアンカー筋の設計用増設スラブ全重量 $= w \cdot \ell_x \cdot \ell_y + w_b$

(b)両端固定一方向スラブとする場合

- ・ 両端上端曲げモーメント : $M_e = w \cdot \ell_x^2 / 12$
- ・ 中央部最大曲げモーメント : $M_c = w \cdot \ell_x^2 / 24$
- ・ せん断力を負担するアンカー筋の設計用増設スラブ全重量 $= w \cdot \ell_x \cdot \ell_y + w_b$

ここで、 ℓ_x : 増設スラブ短辺方向内法長さ(mm)

$$w_x : w_x = \frac{\ell_y^4}{\ell_x^4 + \ell_y^4} \cdot w$$

ℓ_y : 増設スラブ長辺方向内法長さ(mm)

w : 増設スラブ単位面積あたりの全重量(kN/m²)

w_b : スラブ厚さを引いた枠梁の重量

(6) 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材を含む建築物の構造計算方法

1) 長期荷重時:

- (a) 増設スラブの断面算定および長期たわみ算定
- (b) 増設スラブを支持する基礎梁の断面算定(スラブを増設する壁式鉄筋コンクリート造建築物の基礎形式は直接基礎であることから、接地圧による応力を含む)
- (c) 基礎の接地圧の検討
- (d) 接地圧を受ける基礎スラブの断面算定

2) 短期荷重時

- (a) 壁式鉄筋コンクリート造集合住宅であることから、壁量および壁率を検討し、ルート 1 の許容応力度設計を行う。
- (b) 接地圧が短期許容応力度以下となることを確認する。
- (c) 接地圧を受ける基礎スラブの断面算定を行う。
- (d) 上部構造による基礎梁の応力に、接地圧による応力を加算した応力に対して基礎梁の断面設計を行う。

(7) 接着系あと施工アンカーの設計

増設スラブに使用するアンカー筋の種別、呼び径ならびに有効埋込み長さを下記に設定し、アンカー筋単体の長期許容耐力を算定する。

1) 増設スラブに使用するアンカー筋の種別、呼び径、有効埋込み長さ:

- ・ 上端筋:D13(SD295), 有効埋込み長さ ℓ_e : $\ell_e = 195 \text{ mm}(=15d_a, d_a: \text{アンカー筋の呼び径})$
- ・ 下端筋(せん断力を負担):D13(SD295), $\ell_e = 91 \text{ mm}(=7d_a)$

2) アンカー筋単体の長期許容引張力

- ・ アンカー筋の断面で定まる長期許容引張力

$${}_L T_{m,A} = 195 \times 127 = 24\,765 \text{ N} = 24.7 \text{ kN}$$

- ・ コーン状破壊を生じるコンクリート断面で定まる長期許容引張力

$${}_L T_{cc,A} = (0.23\sqrt{F}/4.5) \times \pi \cdot \ell_e (\ell_e + d_a)$$

- ・ 付着破壊を生じるコンクリート断面で定まる長期許容引張力

$${}_L T_{cb,A} = (10\sqrt{F}/21/4.5) \times \pi \cdot d_a \cdot \ell_e$$

- ・ アンカー筋単体の長期許容引張力

$${}_L T_A = \text{Min}({}_L T_{m,A}, {}_L T_{cc,A}, {}_L T_{cb,A})$$

3) アンカー筋単体の長期許容せん断力

- ・ アンカー筋の断面で定まる長期許容せん断力

$${}_LQ_{mu,A} = 295 / (1.5\sqrt{3}) \times 127 \times 10^{-3} = 14.4 \text{ kN}$$

- ・ コンクリートの支圧で定まるアンカー筋単体の長期許容せん断力

$${}_LQ_{cc,A} = 0.4 \sqrt{E_c \cdot F} / 4.5 \cdot a_e, \text{ ただし, } 500 \text{ N/mm}^2 \leq \sqrt{E_c \cdot F} \leq 900 \text{ N/mm}^2$$

- ・ アンカー筋単体の長期許容せん断力

$${}_LQ_{mc,A} = \text{Min}({}_LQ_{mu,A}, {}_LQ_{cc,A})$$

(8) 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の冗長性の確保

申請例図 4.2 に示す増設スラブ受け材を増設スラブ下周辺に配置することとし、必要とするアンカー筋を配置する。アンカー筋の必要本数は、次式による。

- ・ 増設スラブ厚さ 200 mm の場合

$$N = (7.2 \times \ell_x \times \ell_y + w_b) / {}_LQ_{mc,A}$$

- ・ 増設スラブ厚さ 150 mm の場合

$$N = (6.0 \times \ell_x \times \ell_y + w_b) / {}_LQ_{mc,A}$$

ここで、 N : 増設スラブ下に配置する増設スラブ受け材に配置するアンカー筋の本数の和

ℓ_x : 増設スラブの短辺方向内法長さ(m)

ℓ_y : 増設スラブの長辺方向内法長さ(m)

w_b : スラブ厚さを引いた枠梁の重量

(9) 硬化後の接着剤の耐久性に影響を及ぼす環境の有無

接着系あと施工アンカーを用いた増設スラブは 1 階であることから紫外線が直接硬化した接着剤に降り注ぐこともなく、硬化した接着剤の耐久性に影響を及ぼす環境には無い。

(10) 構造性能実験結果

両端を基礎梁に支持された内法長さ 4.3 m の両端固定一方向枠梁付増設スラブ試験体を長期載荷した結果は、先付け鉄筋を基礎梁に所要定着長さ以上定着させた枠梁付増設スラブの長期載荷試験結果と同程度の荷重～変形関係、ひび割れ発生状況、アンカー筋および先付け鉄筋の拔出し量ならびに、荷重～中央位置でのたわみ量より推定したたわみ増大係数であることを確認した。

(11) 構造計算例

枠梁付増設スラブの設計およびアンカー筋の設計ならびに枠梁付増設スラブを用いた 5 階建既存壁式鉄筋コンクリート造建築物の構造計算例を示す。なお、本申請例においては、枠梁付増設スラブの設計およびアンカー筋の設計を以下に示す。

1) 増設スラブの設計

設計指針の適用範囲とする増設スラブの大きさは、短辺方向内法長さ 4.3 m 以下、長辺方向内法長さを 7.0 m 以下とし、周辺固定とした場合と短辺方向両端固定の一方向スラブとした場合の計算例を示す。

(i) 四辺固定とする場合

(a) 設計条件

- ・ 枠梁付増設スラブの大きさ : 適用範囲の最大値である短辺方向内法長さを 4.3 m、長辺方向内法長さを 7.0m とする。
- ・ 増設スラブ厚さ : 200 mm とする。

(b) 設計用曲げモーメントの算定

設計用曲げモーメントは、枠梁の剛性を無視したスラブの内法長さ(ℓ_x , ℓ_y)で算定する。

- ・ 短辺方向端部最大曲げモーメント : $M_{x1} = -w_x \cdot \ell_x^2 / 12 = -\frac{1}{(\frac{4.3}{7.0})^4 + 1} \times w \times \ell_x^2 / 12$
$$= -0.875 \times 7.2 \times 4.3^2 / 12 = -9.71 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$
- ・ 短辺方向中央下端最大曲げモーメント : $M_{x2} = w_x \cdot \ell_x^2 / 18 = \frac{1}{(\frac{4.3}{7.0})^4 + 1} \times w \times \ell_x^2 / 18$
$$= 0.875 \times 7.2 \times 4.3^2 / 18 = 6.47 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$
- ・ 長辺方向端部最大曲げモーメント : $M_{y1} = -w \cdot \ell_x^2 / 24 = -7.2 \times 4.3^2 / 24 = -5.55 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$
- ・ 長辺方向中央部最大曲げモーメント : $M_{y2} = w \cdot \ell_x^2 / 36 = 7.2 \times 4.3^2 / 36 = 3.70 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$
- ・ せん断力に抵抗するアンカー筋本数算定用増設スラブ全重量 $= 7.2 \times 4.3 \times 7.0 = 216.8 \text{ kN}$

(c) 断面算定

- ・ 短辺方向引張鉄筋の有効せい : $d = D - d_i = 200 - 36.5 = 163.5 \text{ mm}$ (設計かぶり厚さ 30 mm)
- ・ 短辺方向引張鉄筋の応力中心距離 : $j = (7/8) \cdot d = (7/8) \times 163.5 = 143.0 \text{ mm}$
- ・ 長辺方向引張鉄筋の有効せい : $d = D - d_i = 200 - 49.5 = 150.5 \text{ mm}$ (設計かぶり厚さ 30 mm)
- ・ 長辺方向引張鉄筋の応力中心距離 : $j = (7/8) \cdot d = (7/8) \times 150.5 = 131.7 \text{ mm}$
- ・ 短辺方向上端筋必要断面積(四辺固定の場合)
$$: a_t = M_{x1} / (f_t \cdot j) = 9.71 \times 10^6 / (195 \times 143.0) = 348.2 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{D13@200}$$
- ・ 短辺方向中央下端筋必要断面積(周辺固定の場合)
$$: a_t = M_{x2} / (f_t \cdot j) = 6.47 \times 10^6 / (195 \times 143.0) = 232.0 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{D13@300}$$
- ・ 長辺方向上端筋必要断面積(四辺固定の場合)
$$: a_t = M_{y1} / (f_t \cdot j) = 5.55 \times 10^6 / (195 \times 131.7) = 216.1 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{D13@300}$$
- ・ 長辺方向中央下端筋必要断面積(周辺固定の場合)
$$: a_t = M_{y2} / (f_t \cdot j) = 3.70 \times 10^6 / (195 \times 131.7) = 144.1 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{D13@300}$$
- ・ 短辺方向上端筋必要断面積(両端固定一方向スラブの場合)
$$: a_t = M_{x1} / (f_t \cdot j) = 11.09 \times 10^6 / (195 \times 143.0) = 397.7 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{D13@200}$$
- ・ 短辺方向中央下端筋必要断面積(周辺固定の場合)
$$: a_t = M_{x2} / (f_t \cdot j) = 5.55 \times 10^6 / (195 \times 143.0) = 199.0 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{D13@300}$$

(ii) 両端固定一方向スラブとする場合

(a) 設計条件

- ・ 増設スラブの大きさ : 適用範囲である短辺方向最大内法長さである 4.3 m とする。
- ・ 増設スラブ厚さ : 200 mm とする。

(b) 設計用曲げモーメントの算定

- ・ 短辺方向端部最大曲げモーメント : $M_e = -w \cdot \ell_x^2 / 12 = -7.2 \times 4.3^2 / 12 = -11.09 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$
- ・ 短辺方向中央下端最大曲げモーメント : $M_c = w \cdot \ell_x^2 / 24 = 7.2 \times 4.3^2 / 24 = 5.55 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$
- ・ せん断力に抵抗するアンカー筋本数算定用増設スラブ全重量
$$7.2 \times 4.3 \times 7.0 + 2.88 \times (4.3 + 7.0 - 0.4) = 248.2 \text{ kN}$$

(c) 断面算定

- ・ 短辺方向引張鉄筋の有効せい : $d = D - d_i = 200 - 36.5 = 163.5 \text{ mm}$ (設計かぶり厚さ 30 mm)

- ・短辺方向引張鉄筋の応力中心距離 : $j=(7/8) \cdot d=(7/8) \times 163.5=143.0 \text{ mm}$
- ・短辺方向上端筋必要断面積 : $a_t=M_{x1}/(f_t \cdot j)=11.09 \times 10^6/(195 \times 143.0)=397.7 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{D13@200}$
- ・短辺方向中央下端筋必要断面積 : $a_t=M_{x2}/(f_t \cdot j)=5.55 \times 10^6/(195 \times 143.0)=199.0 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{D13@300}$

(iii) 増設スラブの弾性たわみ: 枠梁の剛性および鉄筋無視の場合

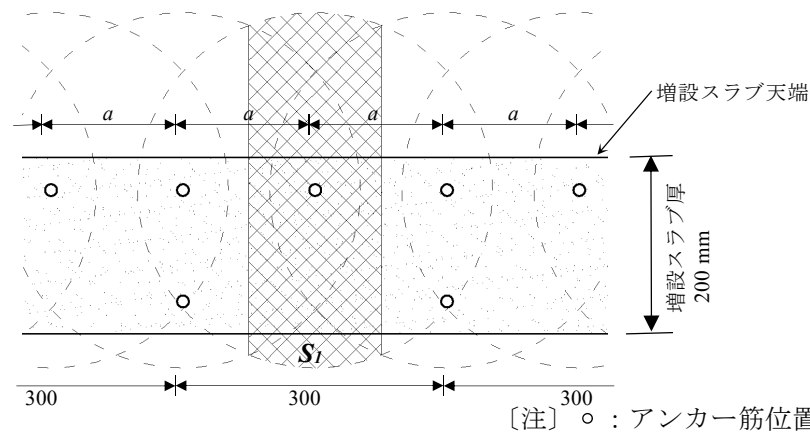
- ・四辺固定増設スラブの弾性たわみ最大値 : $\delta=0.0275w \cdot \ell_x^4/(E_c \cdot t^3)(\ell_y/\ell_x=7.0/4.3=1.63 \text{ の場合})$
- ・両端固定一方向スラブの弾性たわみ最大値 : $\delta=w \cdot \ell_x^4/(384E_c \cdot I)$

2) アンカー筋の検討

(i) 引張力に抵抗するアンカー筋の長期許容引張力の算定

- ・アンカー筋の断面で決まる長期許容引張力 : ${}_L T_{m,A}=195 \times a_t=195 \times 127=24\,765 \text{ N}=24.7 \text{ kN/本}$
- ・コーン状破壊を生じるコンクリート断面で決まる長期許容引張力

アンカー筋のピッチを a , 有効埋込み長さを ℓ_e とした場合のアンカー筋 1 本の有効水平投影面積を算定し, アンカー筋単体の場合の有効水平投影面積との比率を算定し, アンカー筋の長期許容引張力を算定する. 基礎梁天端より 202 mm の位置に D13 のアンカー筋を有効埋込み長さ ℓ_e , アンカー筋間隔 a で配置する場合のコーン状破壊面の有効水平投影面積を, 申請例図 4.3 に示す.



申請例図 4.3 引張力に抵抗するアンカー筋のコーン状破壊面の有効水平投影面積(斜線部)

申請例図 4.3 の斜線部の面積は, 次のとおりとなる. なお, 面積は安全側に算定している.

$$S_1 = a \times 2 \sqrt{\left(\ell_e + \frac{d_a}{2}\right)^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} + 2 \times \frac{a \times \left\{ \left(\ell_e + \frac{d_a}{2}\right) - \sqrt{\left(\ell_e + \frac{d_a}{2}\right)^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} \right\}}{2}$$

申請例図 4.3 の斜線部の面積の有効埋込み長さ ℓ_e , アンカー筋間隔 a , アンカー筋径 d_a のアンカー筋単体の有効水平投影面積に対する比率は, 次のとおりとなる.

$$\text{有効水平投影面積比率} = \frac{S_1}{\pi \cdot \ell_e (\ell_e + d_a)}$$

(ii) せん断力に抵抗するアンカー筋の必要本数の算定

増設スラブの全重量の最大値は 248.2 kN であることから, アンカー筋 D13 の長期許容せん断力にて負担させる. 必要となるアンカー筋の本数は, 下記となる.

$$N=248.2/{}_L Q_{mc,A}$$

(12) その他必要と思われる事項

枠梁付スラブ増設を行う既存壁式鉄筋コンクリート造建築物に対して, 設計を開始する前に調査すべき項目を

以下に示す.

- 1) 建築物各部におけるひび割れ・劣化調査および建築物の変形(傾斜, 不同沈下等)に関する調査
- 2) 増設するスラブを支持する基礎梁調査(ひび割れの有無, 鉄筋位置, 鉄筋の発錆の有無, コア採取位置と個数等)

3. 施工指針

本ガイドライン 1.3.5 項 に従って記載する。本申請例では記載省略する。

接着系あと施工アンカー工事施工者および穿孔穴の深さ、傾斜ならびにアンカー筋の埋込み深さや傾斜を記録する。詳細は本申請例では省略する。

4. プレキャスト鉄筋コンクリート部材等の製造要領および部材製造品質管理

本申請例は、プレキャスト鉄筋コンクリート部材を使用しないことから、記載省略する。

5. 構造性能実験

5.1 構造性能実験関連

(1) 試験体のパラメータの設定, 試験体数

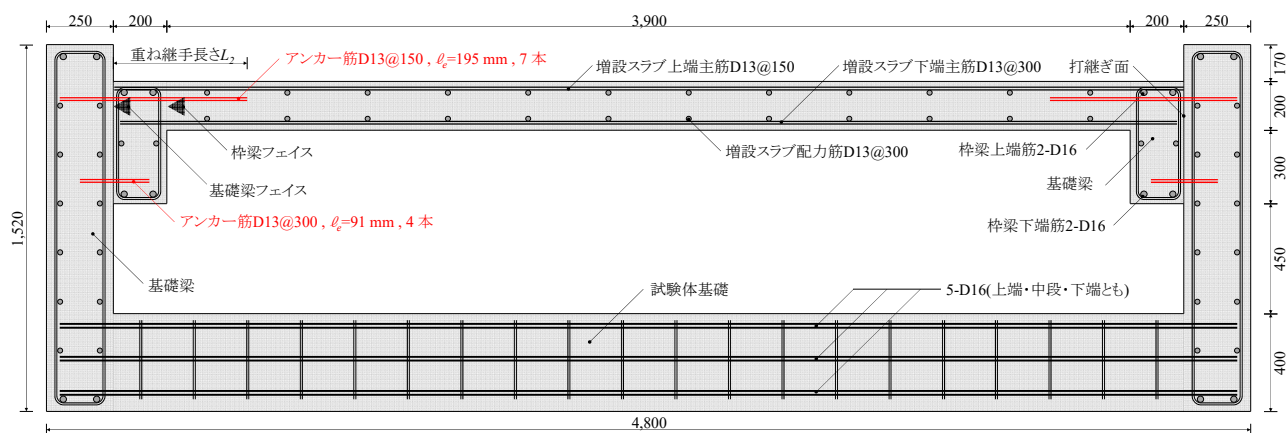
試験体のパラメータは, 増設スラブの短辺方向内法長さ 4.3 m および長辺方向内法長さ 7.0 m 以下および増設スラブ厚さ 150 mm 以上 200 mm 以下としている. なお, 増設スラブの用途は集合住宅の居室である.

ここでは, 増設スラブの端部曲げモーメントが最大となる両端を既存基礎梁に支持される両端固定一方向スラブ(内法長さを適用範囲の最大値である 4.3 m)を試験体を選定し, 接着系あと施工アンカーを用いた場合と先付け鉄筋を用いた場合の 2 体の実大試験体各 1 体とした.

なお, あと施工アンカーによって終局耐力が決定しないように枠梁を設け, ヒンジを枠梁フェイス位置とする.

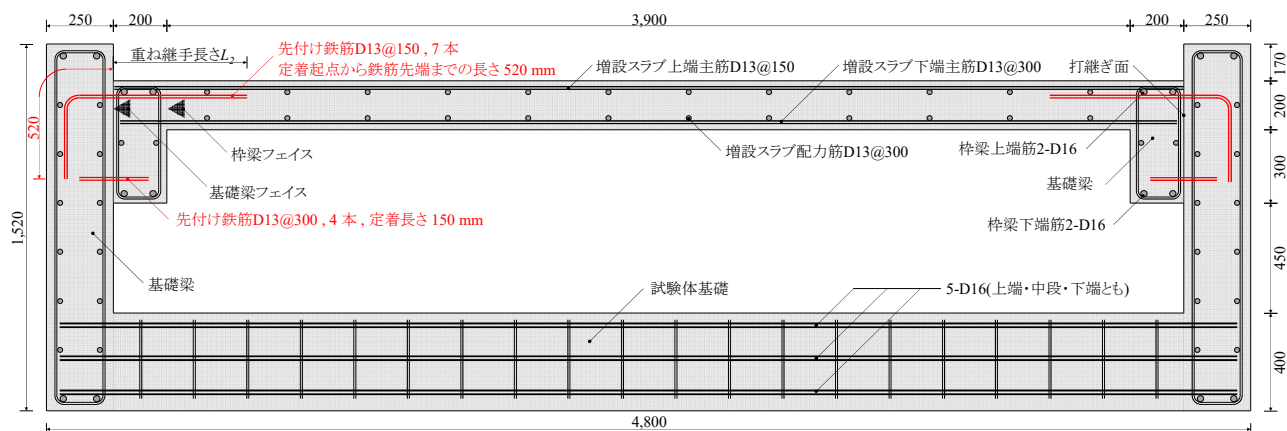
(2) 試験体の形状, 寸法, 縮尺等

試験体の形状および寸法を申請例図 4.4 および申請例図 4.5 に示す. 縮尺は実大とし, 増設スラブの幅は 1 m とした.



〔注〕基礎梁配筋 : 主筋 2-D16(上下), 横補強筋 2-D10@250, 縦補強筋 2-D10@2500
 コンクリート圧縮強度 : 基礎梁 $\sigma_B = 17.6 \text{ N/mm}^2$, 増設スラブ $\sigma_B = 21 \text{ N/mm}^2$
 試験体基礎 $\sigma_B = 21 \text{ N/mm}^2$ ($\sigma_B = 17.6 \text{ N/mm}^2$ でも可)

申請例図 4.4 接着系あと施工アンカーを用いた増設スラブ試験体の形状・配筋(鉛直断面)



〔注〕基礎梁配筋 : 主筋 2-D16(上下), 横補強筋 2-D10@250, 縦補強筋 2-D10@2500
 コンクリート圧縮強度 : 基礎梁 $\sigma_B = 17.6 \text{ N/mm}^2$, 増設スラブ $\sigma_B = 21 \text{ N/mm}^2$
 試験体基礎 $\sigma_B = 21 \text{ N/mm}^2$ ($\sigma_B = 17.6 \text{ N/mm}^2$ でも可)

申請例図 4.5 先付け鉄筋を用いた増設スラブ試験体の形状・配筋(鉛直断面)

1) 接着系あと施工アンカー:

- ・ アンカー筋 : D13

・鉄筋 : D10～D16(SD295)

- ・コンクリート : 圧縮強度 17.6 N/mm²(適用範囲の最小値)

・鉄筋 : D13, D16(SD295)

- ・コンクリート : 圧縮強度 21 N/mm²

・鉄筋 : D13, D16(SD295)

- ・コンクリート : 圧縮強度 21 N/mm²

1) 試験体の設計

(a) 引張力に抵抗させるアンカー筋の設計

(イ) 増設スラブ上端筋に生じる引張力

$$_L T_D = \sigma_t \cdot a_t = M_e / (\sum a_t \cdot j) \cdot a_t = 11.094 \times 10^6 / (7 \times 127 \times 143.0) \times 127 \times 10^{-3} = 87.3 \times 127 \times 10^{-3} = 11.1 \text{ kN}$$

・アンカー筋の断面で定まる長期許容引張力: ${}_LT_{m,A} = 195 \times 127 \times 10^{-3} = 24.7 \text{ kN}$

- ・コーン状破壊を生じるコンクリートの断面で定まる長期許容引張力

増設スラブ天端

増設スラブ厚
200 mm

S_1

[注] ○ : アンカー筋位置

付 4-15

申請例図 4.6 の斜線部の面積は、次のとおりとなる。なお、面積は安全側に算定している。

$$S_1 = 2 \times 150 \times \sqrt{201.5^2 - 75.0^2} + 2 \times 150 \times (201.5 - \sqrt{201.5^2 - 75.0^2}) / 2 \\ = 2 \times 150 \times 187.0 + 2 \times 150 \times (201.5 - 187.0) / 2 = 56\,100 + 2\,175 = 58\,275 \text{ mm}^2$$

申請例図 4.6 の斜線部の面積の有効埋込み長さ 195 mm のアンカー筋単体の有効水平投影面積に対する比率は、次のとおりとなる。

$$S_1 / \{\pi \cdot \ell_e (\ell_e + d_a)\} = 58\,275 / \{\pi \times 195 \times (195 + 13)\} = 58\,275 / 128\,423 = 0.457$$

間隔 150 mm で埋め込んだアンカー筋 D13(有効埋込長さ 195 mm)のコーン状破壊を生じるコンクリート断面で定まる長期許容引張力は、次のとおりとなる。

$${}_L T_{cc,A} = (0.23 \sqrt{F} / 4.5) \times \pi \times \ell_e (\ell_e + d_a) \times 0.457 \times 10^{-3} \\ = (0.23 \sqrt{17.6} / 4.5) \times \pi \times 195 \times (195 + 13) \times 0.457 \times 10^{-3} \\ = 0.21 \times \pi \times 195 \times (195 + 13) \times 0.457 \times 10^{-3} = 26\,758 \times 0.457 \times 10^{-3} = 12.3 \text{ kN}$$

- ・ 付着破壊を生じるコンクリートの断面で定まる長期許容引張力

$${}_L T_{cb,A} = (10 \sqrt{F} / 21 / 4.5) \times \pi \times d_a \times \ell_e = (10 \sqrt{17.6} / 21 / 4.5) \times \pi \times d_a \times \ell_e = 2.03 \times \pi \times 13 \times 195 \times 10^{-3} = 16.1 \text{ kN}$$

- ・ 150 mm 間隔で配置したアンカー筋 1 本の長期許容引張力

$${}_L T_A = \min({}_L T_{m,A}, {}_L T_{cc,A}, {}_L T_{cb,A}) = \min(24.7, 12.3, 16.1) = 12.3 \text{ kN}$$

(ハ) 検討結果

- ・ 増設スラブ上端筋の長期許容曲げモーメント

$${}_L M_S = \sum a_i \cdot f_i \cdot j = 7 \times 127 \times 195 \times 143.0 = 24.8 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

- ・ 枠梁フェイスでスラブ上端筋が長期許容曲げモーメントに達する時の荷重

$${}_L M_e' = {}_L W (l_x)^2 / 12 = 24.8$$

$${}_L W = 24.8 \times 12 / 3.9^2 = 19.57 \text{ kN/m}^3$$

- ・ 基礎梁フェイスでのスラブ上端筋の長期荷重時曲げモーメント

$${}_L M_e = 19.57 \times 4.3^2 / 12 = 30.15 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

- ・ 上端アンカー筋の長期許容曲げモーメント

$${}_L M_A = \sum {}_L T_A j_b = 7 \times 12.3 \times 7 / 8 \times (0.5 - 0.05) = 33.90 \text{ kN} \cdot \text{m/m} > 30.15 \text{ kN} \cdot \text{m/m} \text{ OK}$$

上記のように、増設スラブ上端筋が長期許容曲げモーメントに達した時のモーメントよりもコーン状破壊で決まるアンカー筋の長期許容曲げモーメントが大きいことから、アンカー破壊は先行しない。

(b) セン断力に抵抗させるアンカー筋の設計

(イ) 埋込み長さ 91 mm (=7d_a)のアンカー筋の長期許容せん断力

- ・ アンカー筋の材料で定まる長期許容せん断力:

$${}_L Q_{mu,A} = 195 / (1.5 \sqrt{3}) \times 127 \times 10^{-3} = 9.53 \text{ kN}$$

- ・ コンクリートの支圧で定まる長期許容せん断力:

$${}_L Q_{cc,A} = 0.4 \sqrt{E_c \cdot F / 4.5 \cdot a_e} = (0.4 \sqrt{2.04 \times 10^4 \times 17.6 / 4.5}) \times 127 \times 10^{-3} = 0.4 \times 599.2 / 4.5 \times 127 \times 10^{-3} = 6.76 \text{ kN}$$

(ロ) 増設スラブ重量を支持するために必要なアンカー筋本数

$$N = (7.2 \times 4.3 \times 1.0 + 2.88 \times 0.2 \times 1.0) / 6.76 = 4.67 \Rightarrow \text{D13@300(左右で合計 8 本とした)}$$

(c) 増設スラブに生じる弾性たわみの算定(枠梁の剛性は無視した)

- ・ 増設スラブの曲げ剛性 : $E_c \cdot I = 3.35 \times 10^4 \times (23/24)^2 \times (17.6/60)^{1/3} \times (1\,000 \times 200^3 / 12)$
 $= 2.04 \times 10^4 \times 0.667 \times 10^9 = 1.36 \times 10^{13} \text{ N} \cdot \text{mm}^2$

・ 弾性たわみ量 $\delta_e = \frac{w \cdot l_x^4}{384 E \cdot I} = \frac{7.2 \times 4 \ 300^4}{384 \times 1.36 \times 10^{13}} = \frac{2 \ 461.5 \times 10^{12}}{522.2 \times 10^{13}} = 0.47 \text{ mm} < \ell_x / 4 \ 000 (= 1.075 \text{ mm})$

(d) アンカー筋と増設スラブ主筋との重ね継手長さの検討

アンカー筋と主筋の重ね継手長さは、下記とする

$$L_2 \geq \ell = l \sigma_t \cdot d_b / (4 \times l f_a) = 195 \times 13 / (4 \times 1.4) = 452.7 \text{ mm} \Rightarrow 455 \text{ mm} (35 d_b)$$

(ii) 先付け鉄筋を用いた試験体における先付け鉄筋の必要定着長さの検討

先付け鉄筋の基礎梁への必要定着長さの検討は、次式による。なお、アンカー筋は増設スラブ上端筋に生じる長期荷重時における存在引張応力度に対して設計しているが、先付け鉄筋に対しては引張応力度として長期許容引張応力度を用いて必要定着長さを算定する。

$$\ell_{ab} = l \sigma_t \cdot d_b / (4 l f_a) \quad \dots\dots\dots (\text{申請例 4.1}) \text{式}$$

ここで、 ℓ_{ab} : 先付け鉄筋の必要定着長さ(mm)

$l \sigma_t$: 先付け鉄筋の長期許容引張応力度(=195 N/mm²)

$l f_a$: 先付け鉄筋のコンクリートに対する長期許容付着応力度(=1.17 N/mm²)

・ 直線定着の場合の必要定着長さ $\ell_{ab} = 195 \times 13 / (4 \times 1.17) = 541.7 \text{ mm} (41.7 d_b)$

・ 折曲げ定着の場合の必要投影定着長さ $\ell_{ab} = 2/3 \times 195 \times 13 / (4 \times 1.17) = 361.2 \text{ mm} (27.8 d_b)$

上記より、いずれの場合も基礎梁幅 250 mm では必要定着長さが確保できない。

ここでは、「壁式構造配筋指針・同解説(2016.5)」「(一社)日本建築学会」に記載の緩和規定(p.211)を準用し、定着起点より折曲げ後の鉄筋先端までの長さを $40d$ (d : 異形鉄筋の呼び名に用いた数値)以上確保することとする。このとき、折曲げ部内側に直交方向に補強筋 D13 を配置する。

2) 試験体の製作

本申請例に記載の施工指針に従って試験体を製作した。本申請例においては記載省略する。

(5) 載荷方法、載荷サイクル

1) 載荷方法

増設スラブコンクリートの圧縮強度が 21 N/mm² 以上となることを確認後に増設スラブ上に等分布荷重を載荷する。載荷は増設スラブ上に長さ 1 m の木片を間隔 500 mm 毎に敷き、その上に鉄筋の束(総重量: $(1.80 + 0.6) \text{ kN/m}^2 \times 4.3 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 10.32 \text{ kN}$)を置くことにより長期載荷を行った。

2) 載荷サイクル

増設スラブの試験であることから、長期間の一定方向載荷とする。載荷期間は 1 年以上とした。

(6) 測定項目、測定方法等

試験機関中での下記の項目を測定した。また、測定項目に対応する測定方法を記載する。

(a) アンカー筋および鉄筋の降伏点・引張強さ等: 引張試験

(b) コンクリートの圧縮強度(基礎梁および増設スラブコンクリートの圧縮強度、ヤング係数)

・ 4 週, 13 週, 26 週, 52 週ならびに載荷試験終了日における圧縮強度とヤング係数を圧縮試験により測定した。

(c) アンカー筋および先付け鉄筋のひずみ測定

・ アンカー筋および先付け鉄筋のひずみ(埋込み部 2 箇所, 増設スラブ内 3 箇所)を測定した。
・ ひずみ測定は、1 箇所につき鉄筋の表面と裏面の 2 箇所とした。

(d) 弾性たわみおよびひび割れ測定

・ 増設スラブの支柱と型枠撤去後の自重による弾性たわみおよび鉄筋束載荷後の弾性たわみおよび、ひび割れ状況を測定した。

(e) 長期たわみとひび割れ状況の測定

- ・ 4 週, 以降 2 か月ごとに, たわみ, ひび割れ状況を測定した.

(f) コンクリート打継ぎ面の目開き量測定

- ・ 基礎梁と増設スラブのコンクリート打継ぎ面の目開き量をたわみ測定日に測定した.

(g) アンカー筋および先付け鉄筋の基礎梁からの拔出し量の経時変化測定

- ・ 基礎梁と増設スラブコンクリートの打継ぎ面の目開き量からひずみゲージにより測定したアンカー筋および先付け鉄筋の伸び量を減じた数値を拔出し量とし, 経時変化を測定した.

(7) 試験結果

(6)に記載の測定項目の測定結果および増設スラブの最大たわみの経時変化より増設スラブの長期たわみ倍率を計算し, 接着系あと施工アンカーを用いた増設スラブと先付け鉄筋を用いた増設スラブの比較検討した. 本申請例においては, 記載省略する.

(8) 設計指針への反映

試験結果を基に, 設計指針へ反映すべき項目があれば, 設計指針へ反映する. 本申請例においては, 記載省略する.

5.2 施工指針関連

試験体の製作を通じて施工指針へ反映すべき項目があれば, 施工指針へ反映する.

指 定 申 請 書 (案)

あと施工アンカーの接合部の引張り及びせん断の許容応力度および材料強度について、令和〇〇年度国土交通省告示第1024号第〇第〇〇号および第〇第〇〇号の規定に基づき、下記に掲げる数値を申請します。

国土交通大臣 〇〇 〇〇 殿

令和〇年〇〇月〇〇日

申請者の住所又は	〒□□□-□□□□
主たる事業所の所在地	△△県△△市△△町△△番地
申請者の氏名又は名称	〇〇〇〇〇〇株式会社
	代表取締役社長 〇〇 〇〇 印

記

1. 指定を受けようとする材料の名称

接着系あと施工アンカー(注入方式カートリッジ型)

材料名称 : 〇〇〇〇〇〇〇〇アンカー

基準付着強度 τ_{std} : 10 N/mm²

2. 指定する数値

(1) 接合部分の長期および短期許容応力度及び材料強度として指定する数値は、構造耐力上主要な断面の位置に応じてそれぞれ次の表 1.1 の数値とする。

(2) 表 1.1 のアンカー筋の降伏点強度 σ_y は、その種類に応じて次の表 1.2 に示す数値とする。

(3) 表 1.1 のコンクリートのヤング係数 E_c は、実測によらない場合、次の(1.1)式によって算出する。

$$E_c = 3.35 \times 10^4 \times (\gamma / 24)^2 \times (\sigma_B / 60)^{1/3} \dots\dots\dots (1.1) \text{式}$$

この式において σ_B および γ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

σ_B : 表 1.1 に規定する σ_B (単位 N/mm²)

γ : コンクリートの気乾単位体積重量(単位 kN/m³)で、特に調査しない場合は、表 1.3 の鉄筋コンクリートの単位容積質量から 1.0 を減じたものとすることができる。

(4) 表 1.1 の安全率 F_{safe} は、母材で決定される接着系あと施工アンカーの許容応力度および材料強度を設定するために考慮する安全率で、次の(1.2)式によって算出する。

$$F_{safe} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \dots\dots\dots (1.2) \text{式}$$

この式において α_1 、 α_2 、 α_3 および α_4 は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- α_1 : 材料係数(設計に用いる母材の圧縮強度 σ_B の設定の信頼性に関する低減係数の逆数) (≥ 1.0)
- α_2 : ひび割れ係数(施工後の外力によるひび割れ発生による低減係数の逆数) (≥ 1.5)
- α_3 : 施工係数(施工の難易度, 施工品質による低減係数の逆数) (≥ 1.0)
- α_4 : 設計係数(あと施工アンカーに生じる応力の算定精度による低減係数の逆数)($= 1.0$)

表 1.1 許容応力度及び材料強度の数値

種類 断面の位置	長期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		短期に生じる力に対する 許容応力度(N/mm ²)		材料強度 (N/mm ²)	
	引張 f_t	せん断 f_s	引張 $s f_t$	せん断 $s f_s$	引張 F_t	せん断 F_s
アンカー筋 の断面	$\frac{\sigma_y}{1.5}$ のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^*$	$\frac{\sigma_y}{1.5\sqrt{3}}$ または $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot \sigma_B}}{3.0 \cdot F_{safe}}$ のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^*$	$\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ または $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot \sigma_B}}{1.5 \cdot F_{safe}}$ のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^*$	$\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ または $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot \sigma_B}}{1.5 \cdot F_{safe}}$ のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^*$	σ_y のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^*$	σ_y のいずれか小さい方の数値。 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^*$
コーン状破壊 を生じるコンク リートの断面	$\frac{0.23\sqrt{\sigma_B}}{3.0 \cdot F_{safe}}$	—	$\frac{0.23\sqrt{\sigma_B}}{1.5 \cdot F_{safe}}$	—	$\frac{0.23\sqrt{\sigma_B}}{1.0 \cdot F_{safe}}$	—
付着破壊を生 じるコンクリ ートの断面	$\frac{\tau_{std}\sqrt{\frac{\sigma_B}{21}}}{3.0 \cdot F_{safe}}$	—	$\frac{\tau_{std}\sqrt{\frac{\sigma_B}{21}}}{1.5 \cdot F_{safe}}$	—	$\frac{\tau_{std}\sqrt{\frac{\sigma_B}{21}}}{1.0 \cdot F_{safe}}$	—

[記号] σ_y : アンカー筋の規格降伏点(N/mm²)
 σ_B : アンカー筋を埋め込む部材のコンクリートの圧縮に対する材料強度(N/mm²)
 E_c : アンカー筋を埋め込む部材のコンクリートのヤング係数(N/mm²)
 F_{safe} : 安全率
 τ_{std} : 基準付着強度(N/mm²)

[注] ※ 500 未満の場合は適用外とし, 900 超の場合は 900 とする。

表 1.2 アンカー筋の降伏点強度

アンカー筋の種類	降伏点強度(単位 N/mm ²)
SD295 及び SD295B	295
SD345	345

この表において、SD295A、SD295B 及び SD345 は JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)-1987 に規定する SD295A、SD295B 及び SD345 を、それぞれ表すものとする。

表 1.3 鉄筋コンクリートの単位容積質量

コンクリートの種類	コンクリートの圧縮強度 (単位 N/mm ²)	コンクリートの気乾単位体積重量 (単位 kN/m ³)
普通コンクリート	$18 \leq \sigma_B \leq 36$	$\gamma = 24$

(5) あと施工アンカーを用いた接合部の耐力

a) あと施工アンカーを用いた接合部の引張耐力(T_a)

あと施工アンカーを用いた接合部の引張耐力 T_a は、次の(1.3)式から(1.5)式のそれぞれによって計算した数値のうちいずれか小さな数値とする。

$$T_{a1}(T_{mu}) = F_t \cdot a_0 \quad (\text{アンカー筋の断面に対する数値}) \quad \dots\dots\dots (1.3)\text{式}$$

$$T_{a2}(T_{cc}) = F_t \cdot A_c \quad (\text{コーン破壊を生ずるコンクリートの断面に対する数値}) \quad \dots\dots\dots (1.4)\text{式}$$

$$T_{a3}(T_{cb})=F_t \cdot \pi \cdot d_a(d_0) \cdot \lambda_e(\ell_e) \text{ (付着破壊を生ずるコンクリートの断面に対する数値)} \cdots \cdots \cdots (1.5) \text{式}$$

これらの式において、 f_t 、 a_0 、 A_c 、 $d_a(d_0)$ 及び $\lambda_e(\ell_e)$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

- F_t : 表 1.1 に規定するあと施工アンカー接合部の引張の材料強度(単位 N/mm^2)
- a_0 : 表 1.4 に規定するアンカー筋の呼び名 d_a に応じた有効断面積(ねじ部を設けない場合にあつては、公称断面積)(単位 mm^2)
- A_c : 次の(1.6)式によって計算したコーン破壊を生じるあと施工アンカー接合部の断面の有効投影面積(単位 mm^2)
- $$A_c = \pi \cdot \lambda_e(\ell_e + d_a) \cdots \cdots \cdots (1.6) \text{式}$$
- $d_a(d_0)$: 表 1.4 に規定するアンカー筋の呼び名
- $\lambda_e(\ell_e)$: アンカー筋の有効埋込み長さ(単位 mm)

表 1.4 アンカー筋の公称断面積および有効断面積

アンカー筋の 呼び名 d_a	異形鉄筋	
	呼び名	公称断面積 (単位 mm^2)
10	D10	71.3
13	D13	126.7
16	D16	198.6
19	D19	286.5
22	D22	387.1
25	D25	506.7

この表において、D10、D13、D16、D19、D22 及び D25 は JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)-1987 に規定する D10、D13、D16、D19、D22 及び D25 を表すものとする。

b) あと施工アンカーを用いた接合部の短期に生じる力に対する許容引張耐力(sT_a)

あと施工アンカーを用いた接合部の短期に生じる力に対する許容引張耐力 sT_a は、次の(1.7)式によって計算した数値とする。

$$sT_a = \begin{cases} sf_t \cdot a_0 & (sT_a \text{ が } T_{a1} \text{ で決まる場合}) \\ sf_t \cdot A_c & (sT_a \text{ が } T_{a2} \text{ で決まる場合}) \cdots \cdots \cdots (1.7) \text{式} \\ sf_t \cdot \pi \cdot d_a(d_0) \cdot \lambda_e(\ell_e) & (sT_a \text{ が } T_{a3} \text{ で決まる場合}) \end{cases}$$

この式において、 sf_t 、 a_0 、 A_c 、 $d_a(d_0)$ 及び $\lambda_e(\ell_e)$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

- sf_t : 表 1.1 に規定するあと施工アンカー接合部の短期に生じる力に対する引張りの許容応力度(単位 N/mm^2)
- a_0 、 A_c 、 $d_a(d_0)$ 、 $\lambda_e(\ell_e)$: それぞれ(1.3)式から(1.5)式に規定する a_0 、 A_c 、 $d_a(d_0)$ 、 $\lambda_e(\ell_e)$ の数値。

c) あと施工アンカーを用いた接合部の長期に生じる力に対する許容引張耐力($L T_a$)

あと施工アンカーを用いた接合部の長期に生じる力に対する許容引張耐力 $L T_a$ は、次の(1.8)式によって計算した数値とする。

$$L T_a = \begin{cases} lf_t \cdot a_0 & (L T_a \text{ が } T_{a1} \text{ で決まる場合}) \\ lf_t \cdot A_c & (L T_a \text{ が } T_{a2} \text{ で決まる場合}) \cdots \cdots \cdots (1.8) \text{式} \\ lf_t \cdot \pi \cdot d_a(d_0) \cdot \lambda_e(\ell_e) & (L T_a \text{ が } T_{a3} \text{ で決まる場合}) \end{cases}$$

この式において、 lf_t 、 a_0 、 A_c 、 $d_a(d_0)$ 及び $\lambda_e(\ell_e)$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

- lf_t : 表 1.1 に規定するあと施工アンカー接合部の長期に生じる力に対する引張りの

許容応力度(単位 N/mm²)

a_0 、 A_c 、 $d_a(d_0)$ 、 $\lambda_e(\ell_e)$ ：それぞれ(1.3)式から(1.5)式に規定する a_0 、 A_c 、 $d_a(d_0)$ 、 $\lambda_e(\ell_e)$ の数値。

d) あと施工アンカーを用いた接合部のせん断耐力(Q_a)

あと施工アンカーを用いた接合部のせん断耐力 Q_a は、次の(1.9)式によって計算した数値とする。

$$Q_a = F_s \cdot s a_e(s a_0) \quad \text{..... (1.9)式}$$

この式において、 F_s 及び $s a_e(s a_0)$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

F_s : 表 1.1 に規定するあと施工アンカー接合部のせん断の材料強度(単位 N/mm²)

$s a_e(s a_0)$: 表 1.4 に規定するアンカー筋の呼び名 $d_a(d_0)$ に応じた公称断面積(ねじ部を設ける場合またはボルトの場合にあつては、有効断面積)(単位 mm²)

e) あと施工アンカーを用いた接合部の短期に生じる力に対する許容せん断耐力($s Q_a$)

あと施工アンカーを用いた接合部の短期に生じる力に対する許容せん断耐力 $s Q_a$ は、次の(1.10)式によって計算した数値とする。

$$s Q_a = s f_s \cdot s a_e(s a_0) \quad \text{..... (1.10)式}$$

この式において、 $s f_s$ 及び $s a_e(s a_0)$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

$s f_s$: 表 1.1 に規定するあと施工アンカー接合部の短期に生じる力に対するせん断の許容応力度(単位 N/mm²)

$s a_e(s a_0)$: (1.9)式に規定する $s a_e$ (単位 mm²)

f) あと施工アンカーを用いた接合部の長期に生じる力に対する許容せん断耐力($l Q_a$)

あと施工アンカーを用いた接合部の長期に生じる力に対する許容せん断耐力 $l Q_a$ は、次の(1.11)式によって計算した数値とする。

$$l Q_a = l f_s \cdot s a_e(s a_0) \quad \text{..... (1.11)式}$$

この式において、 $l f_s$ 及び $s a_e(s a_0)$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

$l f_s$: 表 1.1 に規定するあと施工アンカー接合部の長期に生じる力に対するせん断の許容応力度(単位 N/mm²)

$s a_e(s a_0)$: (1.9)式に規定する $s a_e$ (単位 mm²)

3. 適用範囲

許容応力度及び材料強度の数値の適用は、当該アンカーを用いた部分の設計及び施工を令和○年○月○日付け国住指第○○号別添「あと施工アンカー強度指定申請ガイドライン」に基づき評定構法として構造性能評定評定を受けた構造部材に用いる場合に限る。

評定工法は、(○○)○○○○○○○に設けられた評定委員会の審査により構造性能評定を取得するもので、内容を「構造性能評定書」に示す。

4. 申請する建築材料の内容

申請するあと施工アンカーは、(○○)○○○○○○○に設けられた特別委員会の審査により性能評定を取得するもので、内容を「性能評定書」に示す。

以上

指 定 申 請 書
別 添 資 料

あと施工アンカー製品

性能評定書(案)

評定対象	付属書に記載のあと施工アンカー製品
評定の種類	告示 1024 号適合タイプ
評定番号	第21-00〇〇号
評定の申請者名称	〇〇〇株式会社
所在地	東京都〇〇区〇〇〇

性能評定申請された上記製品について、下記のとおり性能評定します。

20〇〇 年 〇 月 〇 日

〇〇〇〇法人 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇

代表理事 〇〇 〇〇

記

1. 評定審査結果

性能評定対象製品についてあと施工アンカー製品認証委員会が申請資料に基づき評定審査した結果、以下のとおり性能評定審査基準に適合していると認めます。

- (1)あと施工アンカー製品認証委員会が定めた性能評定審査基準を満たしている。
- (2)品質管理・製造管理が適切に行われている。

2. 性能評定の前提

提出された性能評定申請資料には、事実に反する記載がないものとする。

3. 性能評定の有効期限 20〇〇 年 〇 月 〇 日

〔認証番号21-00〇〇〕

あと施工アンカー製品

性能評定書(案)

付 属 書

申請受付番号	第 21-00〇〇
分 類	接着系アンカー注入タイプ
商品名	〇〇〇〇〇〇〇
申請付着強度	〇〇 N/mm ²
穿孔方法	ハンマードリル
母材	普通コンクリート $18 \leq F \leq 36 \text{ N/mm}^2$
アンカー筋の種類	異形棒鋼(JIS G3112)
アンカー筋の種別	SD295、SD345
アンカー筋の呼び径	D10～D25
有効埋込長さ	$7d_a \sim 20d_a$ かつ 300mm 以下
施工方向	下向き、横向き、上向き
屋外試使用の可否	可
施工時温度	-5～35℃
硬化後温度	-5～35℃

あと施工アンカー性能評定書(案)

下表に記載のあと施工アンカー製品は、表に記載の品質性能を有していることを証明する。

証明書発行日 20〇〇年 〇月 〇

日

東京都〇〇区〇〇〇〇〇〇

〇〇〇〇法人 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇 印

種 類	接着系アンカー	形状方式	注入方式ミキシングノズルタイプ(有機系)
商 品 名	JCAAアンカー JC-1	穿孔機器	ハンマードリル
評 定 者	〇〇〇株式会社	所 在 地	東京都千代田区東神田〇〇〇
評 定 類	告示1024号適合タイプ	認 証 番 号	第21-0001号
評 定 有 効 期 間	2021年 〇月 〇日～2026年 〇月 〇日		
構 成 部 品	項目1	容器の材料、形状、寸法、内容量およびこれらの許容差	形 状 別添資料項目1による。
		寸法・許容差	別添資料項目1による。
	項目2	接着剤の材料および骨材の材料	別添資料項目2による。
	項目3	接着剤および骨材の重量比と許容差	別添資料項目3による。
	項目4	硬化後の接着剤の物性	圧縮強さ、圧縮弾性率、接着力試験、燃焼試験、耐アルカリ性試験において、評価基準値を満たすことを確認している
	項目5	構成部品製造時の品質管理	ISO9001 に準じる
	項目6	アンカー筋の種類、形状、外観	別添資料項目4による。
	項目7	アンカー筋の材質、表面処理	SD295A、SD345、表面処理なし
製 品 ・ 母 材	項目8	アンカー筋の強度、ねじ等級	SD295A 降伏強度=295N/mm ² 以上、SD345 降伏強度=345～440N/mm ²
	項目9	製品製造時の品質管理	ISO9001 に準じる
	項目10	母材の種類	普通コンクリート JIS A 5308
	項目11	母材の圧縮に対する材料強度	設計基準強度:18 N/mm ² 以上 36 N/mm ² 以下

	項 目 12	終局引張耐力	終局引張耐力が、破壊形式に応じて(2.1.1)式から(2.1.3)式による計算値に対して 95%以上の信頼性を有することを確認している。 (a) コーン破壊したアンカーの終局引張耐力計算値 $T_{cc}=0.23\sqrt{\sigma_B}\cdot A_c \quad (2.1.1)\text{式}$ ここで、T_{cc} : コーン破壊したあと施工アンカーの終局引張耐力計算値(N) σ_B : 試験体コンクリートの試験実施日の圧縮強度(N/mm²) A_c : コーン状破壊面の有効水平投影面積(mm²)で、次式による. $A_c=\pi\cdot\ell_e\cdot(\ell_e+d_a)$ ℓ_e : アンカー筋の有効埋込み長さ(mm)で次式による. なお, アンカー筋先端形状を寸切りとしない場合には, 適切な有効埋込み長さを採用する. $\ell_e=L$ L : アンカー筋の埋込み長さ d_a : アンカー筋の呼び径(mm)で, 異形鉄筋の場合, 呼び名に用いた数値. (b) 付着破壊したアンカーの終局引張耐力計算値 $T_{cb}=\tau_a\cdot\pi\cdot d_a\cdot\ell_e \quad (2.1.2)\text{式}$ ここで、T_{cb} : 付着破壊したあと施工アンカーの終局引張耐力計算値(N) τ_a : 接着系あと施工アンカーの付着強度信頼値(N/mm²)で, 次式による. $\tau_a=10\sqrt{\frac{\sigma_B}{21}} \quad \text{または} \quad 15\sqrt{\frac{\sigma_B}{21}}$ (c) アンカー筋が破壊したアンカーの終局引張耐力計算値 $T_{mu}=m\sigma_u\cdot s a_e \quad (2.1.3)\text{式}$ ここで、T_{mu} : アンカー筋が引張破断したアンカーの終局引張耐力計算値(N) $m\sigma_u$: アンカー筋の引張強さ(N/mm²) $m\sigma_u=1.1\sigma_y$ σ_y : アンカー筋の規格降伏点(N/mm²) $s a_e$: アンカー筋の公称断面積(mm)
--	-----------	--------	--

項 目 13	引張剛性	あと施工アンカーの軸方向変位量が、コンクリートの圧縮強度の水準毎、アンカー筋の種別・径毎に(a), (b)の条件を 95%以上の信頼性を満たすことを確認している。 (a) $\min.\{2/3 \cdot T_{my}, 0.4T_{cc}, 0.4T_{cb}\}$ 時における軸方向の変位量 $\delta_{(a)}$が, 0.3 mm 以下 (b) $\min.\{T_{my}, 0.6T_{cc}, 0.6T_{cb}\}$時における軸方向の変位量 $\delta_{(b)}$が, 1.0 mm 以下 ここで, T_{my} :アンカー筋の降伏引張耐力(N)で, 次式による. $T_{my} = \sigma_y \cdot s \cdot a_e \quad (2.1.7)式$
項 目 14	付着強度	申請付着強度は 10.0N/mm²であり、 付着強度が 95%以上の信頼性を満たすことを確認している。 $\tau_n = \frac{P_{max}}{\pi \cdot d_a \cdot l_e} \cdot \sqrt{\frac{21}{\sigma_B}} \quad (2.1.10)式$ ここで, τ_n :個々の試験における付着強度(N/mm²) σ_B :試験体と同養生された母材コンクリートの圧縮強度(ただし, $\sigma_B < 21$ の場合は $\sigma_B = 21$ N/mm²) P_{max} :付着強度試験における最大荷重(N) d_a :アンカー筋の呼び径(mm) l_e :アンカー筋の有効埋め込み長さ(mm)
項 目 15	終局せん断耐力	終局せん断耐力が, 破壊形式に応じて(2.2.1)式から(2.2.2)式による計算値に対して 95%以上の信頼性を満たすことを確認している。 (a) コンクリートが支圧破壊した時のあと施工アンカーの終局せん断耐力計算値 $Q_{mc} = 0.4 \sqrt{E_c \cdot \sigma_B \cdot s \cdot a_e}, \text{ただし, } 500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900 (\text{N/mm}^2) \quad (2.2.1)式$ ここで, Q_{mc} :コンクリートが支圧破壊した時のあと施工アンカーの終局せん断耐力計算値(N) E_c :試験体コンクリートの試験実施日のヤング係数 (N/mm²)で, 圧縮強度より推定してもよい。 (b) アンカー筋が破断した時のあと施工アンカーの終局せん断耐力計算値 $Q_{mu} = \frac{\sigma_u}{\sqrt{3}} \cdot s \cdot a_e \quad (2.2.2)式$ ここで, Q_{mu} :アンカー筋が破断した時のあと施工アンカーの終局せん断耐力計算値(N)

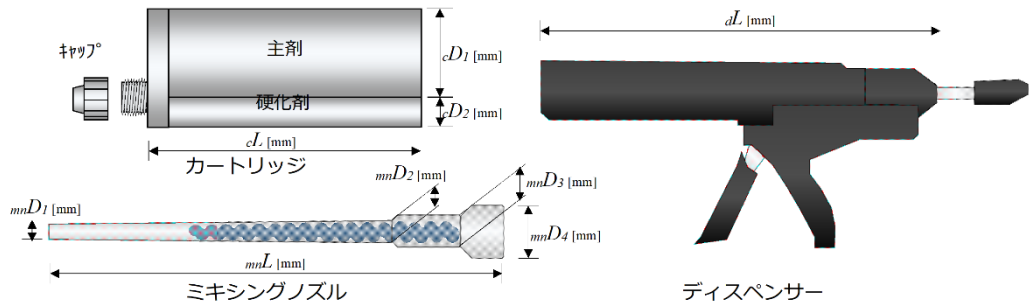
	項 目 16	クリープ特性	予定供用期間における最大の長期変形量の推定値($S_{service_max}$)と、同じロットの接着系あと施工アンカー製品で実施した付着強度試験で得られた最大荷重時の変位の平均値 $max\delta_{ave}$ が(2.3.5)式を満たすことを確認している。 $S_{service_max} < max\delta_{ave} \quad (2.3.5) \text{ 式}$
施工要領	項 目 17	施工資格者	JCAA 注入施工士または JCAA の資格保有し申請会社の施工講習会受講者
	項 目 18	穿孔方法、穿孔機械	ハンマードリル
	項 目 19	施工方向	下・横・上の全方向
	項 目 20	孔内清掃方法	申請会社の施工要領書に従い孔内清掃を行う。
	項 目 21	接着剤の混合、充填方法ならびに注入管理方法	申請会社の施工要領書に従い混合、充填を行う。
	項 目 22	アンカー筋の固着方法及び養生方法	申請会社の施工要領書に従い養生を行う。
	項 目 23	施工時及び施工後の環境条件	40℃以内とする。
	項 目 24	施工品質管理	当社施工要領書に従い孔内清掃を行う。
	項 目 25	施工要領書の添付	あり

別添資料

「構成部品」

項目 1

容器の材料,形状,寸法,内容量およびこれらの許容差は以下の通りである。



	カートリッジ	ミキシングノズル	ディスペンサー
材質	バック: ○○○ 口金: ○○○	○○○	本体: ○○○ センターロッド: ○○○ 押しロッド: ○○○
形状	上図参照	上図参照	上図参照
内容量	主剤: ○○○ml 硬化剤: ○○○ml	—	—
各寸法	L [mm]	0.0±0.0	—
	D1 [mm]	0.0±0.0	—
	D2 [mm]	0.0±0.0	—
	D3 [mm]	—	—

項目 2

接着剤の材料および骨材の材料は以下の通りである。

- 主剤 : ○○○○○○／○○○○○○○
- 硬化剤 : ○○○○○○
- 細骨材 : ○○○○○○ 平均粒径 0.0φ
- フィラー : ○○○○○○ 平均粒径 0.0φ
- 毒物劇物指定 : 無

項目 3

接着剤および骨材の重量比と許容差は以下の通りである。

- 主剤と硬化剤の重量比率 = ○○○±0.0 重量%
- 主剤中の細骨材+フィラー重量比 = ○○○±0.0 重量%
- 硬化剤中の細骨材+フィラー重量比 = ○○○±0.0 重量%

項目 4

アンカー筋の種類、形状、外観は以下の通りである。

- ・ 種類 : 異形棒鋼
- ・ 先端形状 : 寸切り
- ・ 外観 : 
- ・ 径 : D10～D25

〇〇評定 □△〇〇〇

構造性能評定書(案)

〇〇株式会社

代表取締役社長 〇〇〇〇 様

YYYY 年 MM 月 DD 日付で評定依頼された下記の案件について、構造性能評定委員会(委員長 工学博士 〇〇〇〇)において審査した結果、所定の性能が得られるものであると評価する。

記

1. 件 名 〇〇〇〇〇〇〇に接着系あと施工アンカーを用いた構法

2. 評定事項

本評定は、「〇〇〇〇〇〇〇に接着系あと施工アンカーを用いた構法」に関して、依頼者より提出された申請資料に基づき審査した結果、所定の性能が得られていることを評価したものである(詳細については別添)。

3. 評定区分 構造性能評定(新規・更新)

4. 有効期限 YYYY 年 MM 月 DD 日

評定発行日 YYYY 年 MM 月 DD 日

〇〇法人 〇〇〇〇

理事長 〇〇〇〇

§ 1 依頼件名

§ 2 評定の対象

§ 3 評定の範囲

§ 4 技術の概要

§ 5 評定内容

1. 適用範囲・適用条件
2. 構造部材の部位
3. 使用材料
4. 設計指針
5. 施工指針
6. 構造性能実験
7. その他

§ 6 特に検討した事項

§ 7 申請資料

§ 8 担当委員

委員長 ○○○○

委 員 ○○○○

委 員 ○○○○

委 員 ○○○○