

平成29年度 建築基準整備促進事業

S20 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

株式会社 東京ソイルリサーチ
芝浦工業大学
(建築研究所との共同研究)

調査の概要

背景

■ 現状でのあと施工アンカーの法的位置づけ : 適用範囲に大きな制限

- ・ せん断及び引張りの短期許容応力度と材料強度は国土交通大臣が指定する値
(平18国交告第314号により規定が追加)
- ・ 建築基準法においては、既存RC部材の補強にのみ適用を認め、短期許容引張力、短期許容せん断力についてのみ規定 (技術的助言「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」)

■ 近年の状況 : 長期応力を負担する部材に使用するための技術的知見が蓄積

平成20~22年度 建築基準整備促進事業

「あと施工アンカーの長期許容応力度に関する検討調査」

- ・ 長期許容応力度の提案
- ・ 長期応力に対する設計方針・留意点
- ・ 長期載荷試験法の検討
- ・ 適用範囲は接着系あと施工アンカーでハンマードリル穿孔+カプセルタイプ

➡ 短期・長期応力を負担する構造部材へのあと施工アンカーの適用拡大が要望されている

あと施工アンカーを構造部材に 適用する場合に必要な事項

■基本的な考え方

あと施工アンカーおよびあと施工アンカーを用いた部材の構造性能が、先付け鉄筋やアンカーボルトを用いたRC造構造部材・工法と同程度であることの根拠と、設計への反映内容を個別に審査する

■上記確認のために必要な事項

- ・適用条件の明確化
- ・あと施工アンカーの基本性能の確保
- ・冗長性の確保 : 供用年限中における構造安全性の確保
- ・製品品質の確保 : 製造から現場受入れまでの品質確保
- ・施工品質の確保 : あと施工アンカー工事の適切な方法で管理と検査

あと施工アンカーを構造部材に 適用する場合に必要な事項

本建築基準整備促進事業における調査項目

- (1) あと施工アンカーの適用条件及び
許容応力度の確認方法に関する検討
- (2) 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
- (3) あと施工アンカーの施工品質管理(監理)に関する検討

平成20～22年度 建築基準整備促進事業との違い
(今回の取組み)

- ・注入方式アンカーが対象
- ・具体的に構造部材に使用した場合を対象に検討
- ・品質管理および施工管理についても検討

あと施工アンカーを構造部材に 適用する場合に必要な事項

昨年度(平成28年度)までの成果(1/4)

(1)あと施工アンカーの適用条件及び許容応力度の確認方法に関する検討

- 使用基準における確認項目案および確認のために必要となる試験方法を提案した。
- クリープ限度における変位を定め、長期載荷に対する付着性能の評価方法を提案した。
- あと施工アンカーに使用される接着剤単体の品質基準と付着性能との相関性について検討した。また、物性試験における試験片の作製方法を提案した。
- 認証時の製品と市場に流通時の製品との同一性確認のための接着剤の燃焼試験方法を提案した。

あと施工アンカーを構造部材に 適用する場合に必要な事項

昨年度までの成果(2/4)

(2)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

- あと施工アンカーを使用した部材の構造実験を行い、構造性能評価のための部材実験における性能確認項目の例や留意点を明らかにし、構造性能を確認する手法例を明示した。
- 開口補強筋を模した壁試験体の短期載荷実験を実施した。
- スラブ試験体の長期載荷実験を継続した。

あと施工アンカーを構造部材に 適用する場合に必要な事項

昨年度までの成果(3/4)

(3)あと施工アンカーの施工品質管理(監理)に関する検討

- 実建物における試験施工に基づき、注入方式あと施工アンカーの施工品質管理(監理)に関わる必要事項を明示した。
- 施工方向毎の付着強度のバラつき確認試験を実施し、施工方向によって大きなバラつきが生じないことを示した。
- アンカー筋の傾斜角の違いが、アンカー筋の引張・せん断性能に及ぼす影響を確認する試験を実施し、傾斜角の最大値を15度以下とし、5度を超える場合には設計上の配慮が必要であることを示した。
- アンカー筋の埋込み長さ、接着剤の充填状況を非破壊試験によって確認する方法を検討し、施工品質の検査および管理の流れを提案した。

あと施工アンカーを構造部材に 適用する場合に必要な事項

昨年度までの成果(4/4)

■日本建築学会大会学術講演会研究発表梗概

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 1 2015年度の研究概要
- その 2 短期引張荷重に対する試験方法の検討およびアンカー筋種類の影響
- その 3 短期引張荷重に対する母材強度の影響
- その 4 短期せん断荷重に対する検討
- その 5 壁曲げ補強筋を有するRC造壁部材の構造実験
- その 6 構造実験結果の検討
- その 7 実建物における施工品質確認試験(施工実態調査)
- その 8 実建物における施工品質確認試験(付着強度試験)
- その 9 クリープ特性評価におけるクリープ破壊時の変位に関する検討
- その10 燃焼試験による接着剤成分の確認方法に関する検討
- その11 接着剤の充填状況の確認方法に関する検討
- その12 傾斜したアンカーの引張試験
- その13 傾斜したアンカーのせん断試験
- その14 試験体スラブの長期試験(実験および試験体の概要)
- その15 試験体スラブの長期試験(載荷開始後約10か月間の測定結果)

2016年度
日本建築学会大会(九州)

2017年度
日本建築学会大会(中国)

■ビルディングレター(日本建築センター)

2016年 12月号

2018年 2月号

■あと施工アンカーの耐久性評価と設計補法の高度化に関するシンポジウム(JCI)

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(2016.6)

(1)あと施工アンカーの適用条件及び 許容応力度の確認方法に関する検討

接着系あと施工アンカーの適用条件について、使用方法や使用条件等を定める「使用基準」、そこで要求されるあと施工アンカーの性能を定める「性能判定基準」として整理し、それらの作成に必要な技術資料の収集・例示を行う。およびあと施工アンカーの各許容応力度を確認するための試験方法を整備する。

1-1)あと施工アンカーの審査要領(案)の提案

および 技術資料のとりまとめ

1-2)あと施工アンカー単体の長期性能確認試験(引張)

1-3)あと施工アンカーの樹脂の物性試験

(2)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

あと施工アンカーが短期および長期のせん断・引張応力を負担する部材について構造実験等を行い、あと施工アンカーを用いた部材の構造性能の確認方法の考え方を提案する。

2-1)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査要領(案)の提案

および 技術資料のとりまとめ

2-2) 増設スラブの引張・せん断鉄筋にあと施工アンカーを用い

た場合の構造性能確認試験

(3)あと施工アンカーの 施工品質管理(監理)に関する検討

施工条件を変動因子としたあと施工アンカーの短期引張およびせん断試験により、適切な施工品質管理の方法を検討し整備する。

- 3-1)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査要領(案)のうち
施工品質管理指針(案)の提案
- 3-2)施工前試験(案)の実現性の確認
- 3-3)樹脂の充填状況、埋込み長さの非破壊試験の提案

検討体制

事業主体

東京ソイルリサーチ 秋山 友昭
 芝浦工業大学 隈澤 文俊
 濱崎 仁

委員会構成

全体委員会

委員長:塩原 等

使用基準WG

主査:井上 芳生

性能判定基準・材料施工WG

主査:梶田 佳寛

スラブ試験WG

主査:隈澤 文俊

施工品質管理基準WG

主査:濱崎 仁

全体委員会

委員長	塩原 等	東京大学大学院
幹事	井上 芳生	INO建築構造研究室
委員	秋山 友昭	東京ソイルリサーチ
	隈澤 文俊	芝浦工業大学
	濱崎 仁	芝浦工業大学
	梶田 佳寛	日本大学 (宇都宮大名誉教授)
	香取 慶一	東洋大学
	楠 浩一	東京大学地震研究所
	杉本 訓祥	横浜国立大学大学院
	中野 克彦	千葉工業大学
	伊藤 嘉則	建材試験センター
	細川 洋治	細川建築構造研究室
	小田 聡	都市再生機構
	渡辺 一弘	日本総合住生活
	福山 洋	国土技術政策総合研究所
	諏訪田 晴彦	国土技術政策総合研究所
	土屋 直子	国土技術政策総合研究所
	井上 波彦	建築研究所 構造研究G
向井 智久	建築研究所 構造研究G	
田沼 毅彦	建築研究所 構造研究G	
中村 聡宏	建築研究所 構造研究G	
棚野 博之	建築研究所 材料研究G	
宮内 博之	建築研究所 材料研究G	
松沢 晃一	建築研究所 材料研究G	

※2018年3月現在

調查結果

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

接着系あと施工アンカーの審査項目

項目	内容
1 構成部品	(1) 容器(カートリッジまたはカプセルをいい, 以下同様とする)の材料, 容器の形状・寸法, 内容量とこれらの許容差
	(2) 接着剤の材質および骨材の材質
	(3) 基準付着強度
	(4) クリープ特性
	(5) 接着剤(主剤, 硬化剤, 添加材), および骨材の重量比率と許容差
	(6) 硬化後の接着剤の物性
	(7) 製造時品質管理
	(8) アンカー筋の種類, 形状, 外観
	(9) アンカー筋の材質, 表面処理
	(10) アンカー筋の強度, ねじ等級
2 製品・母材	(1) 製造時品質管理
	(2) 母材の種類
	(3) 母材の材料強度
	(4) 終局引張耐力
	(5) 引張剛性
	(6) 終局せん断耐力
	(7) せん断剛性
3 施工	(1) 施工資格者
	(2) 穿孔方法・穿孔機械
	(3) 施工方向
	(4) ドリル径と許容差および穿孔深さと許容差
	(5) 孔内清掃方法
	(6) 接着剤の混合方法, 充填方向ならびに注入量管理方法
	(7) アンカー筋固着方法および養生方法
	(8) 施工時および施工後の環境条件
	(9) 施工品質管理

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

本課題で提案した試験方法

目的	評価対象	試験方法名称
あと施工アンカー(母材)の性能評価	付着強度	接着系あと施工アンカーの付着強度試験方法(案)・同解説
	クリープ特性	接着系あと施工アンカーのクリープ試験方法(案)・同解説
	引張強度(引張剛性)	接着系あと施工アンカーの引張試験方法(案)・同解説
	せん断強度(せん断剛性)	接着系あと施工アンカーのせん断試験方法(案)・同解説
接着剤の品質評価	圧縮強度 圧縮弾性率	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(案)・同解説
	接着強度	接着系あと施工アンカーに使用する接着剤の接着力試験方法(案)・同解説
	不燃残分(燃焼試験)	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(案)・同解説
	耐アルカリ性	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(案)・同解説

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

1(3) 基準付着強度

あと施工アンカーを使用した部材の設計を行う場合の付着強度の基準となる値で、申請者が10N/mm²あるいは15N/mm²のいずれかを選択して申請する。

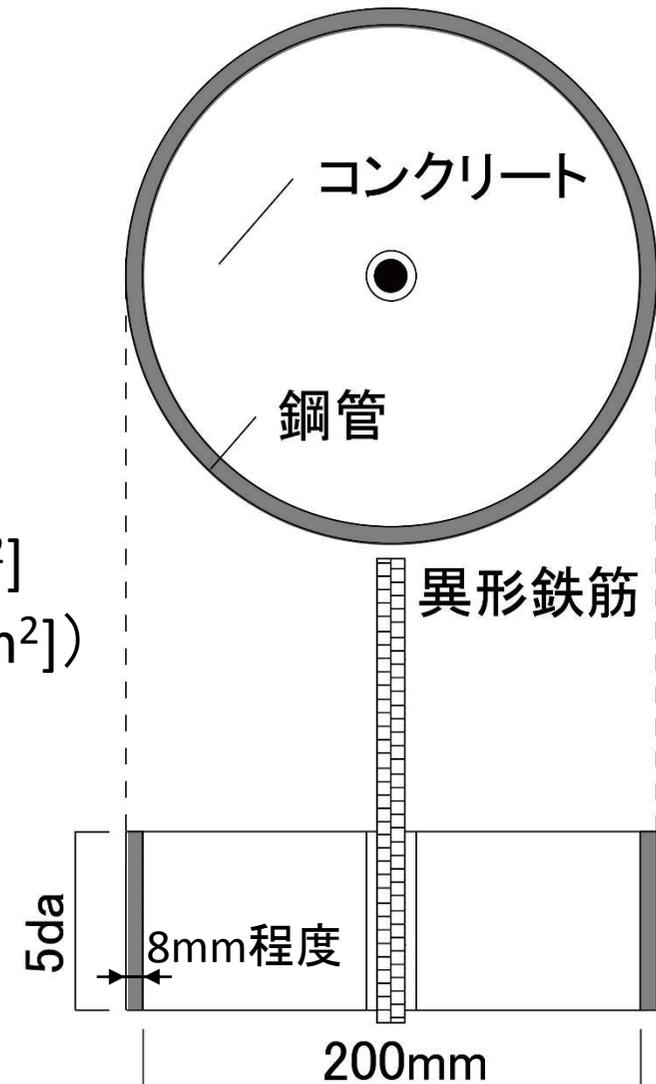
申請されたあと施工アンカー製品は、付着強度試験によって、95%信頼下限値が基準付着強度を満足することを確認されていなければならない。

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

1(3) 付着試験方法(案)・同解説

■試験体

- ・使用材料：普通コンクリート
高強度異形鉄筋(D10~25)
鋼管($\phi 200 \times 5d_a$ [mm])
- ・母材圧縮強度：18~24、30~36[N/mm²]
(クリープ試験時は18~27[N/mm²])
- ・付着長： $5d_a$
- ・アンカー筋倒れ：載荷軸より2度以内
- ・試験体数：5体



試験体形状

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

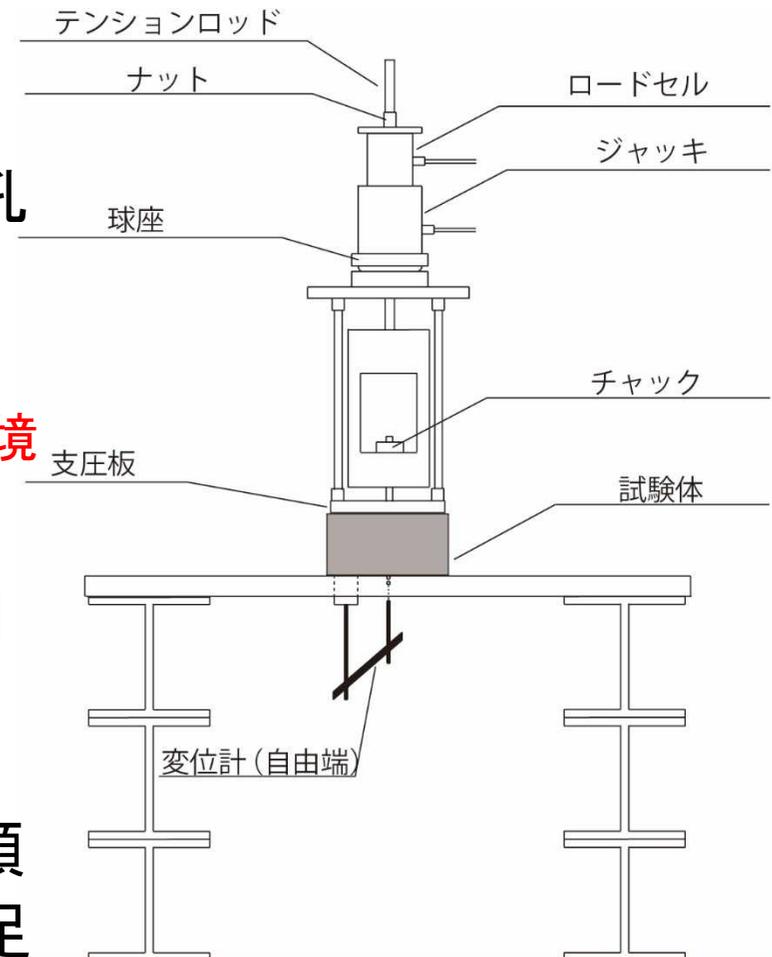
1(3) 付着試験方法(案)・同解説

■ 付着試験方法

- ・拘束：穿孔径 × (1.5 ± 0.25) 倍の開孔を有する支圧板により拘束
- ・試験環境：20 ± 5[°C]・60[%Rh]
※特殊な条件で使用する場合は当該環境
- ・载荷速度：40 ± 10[kN/min]
- ・計測：荷重および自由端変位を計測

■ 付着強度の評価

5体の試験体の付着強度から95%信頼下限値を算出し、基準付着強度を満足しているかを確認する



付着試験装置の例

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

1(4) クリープ試験方法(案)・同解説

■試験体：付着試験と同様(D13のみ)

■試験方法

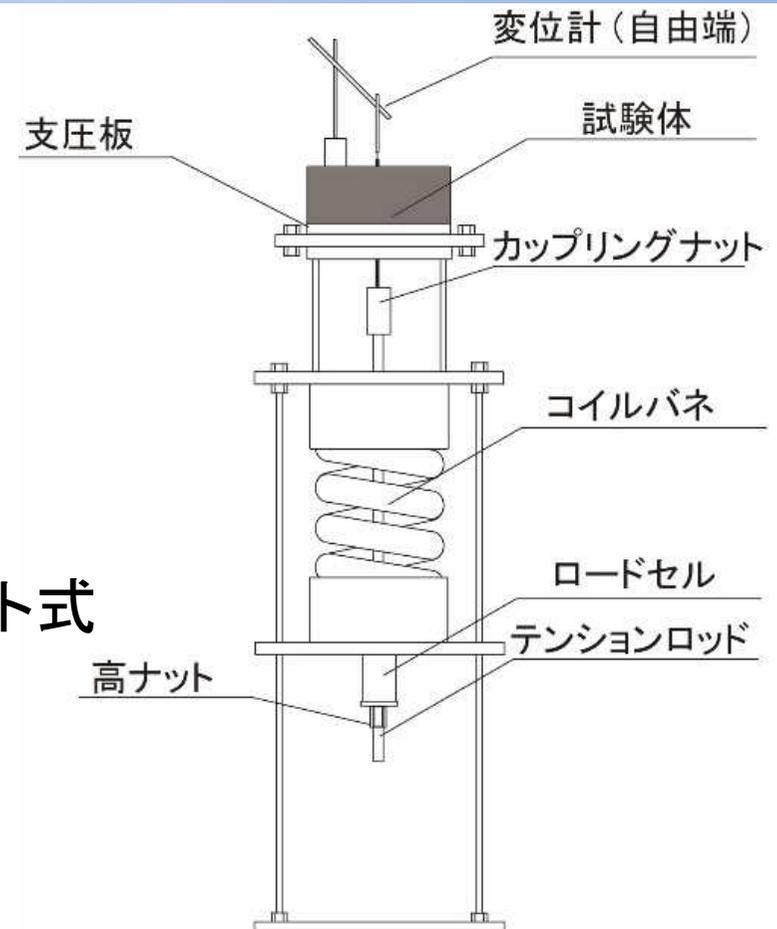
- ・試験期間：90日
- ・試験温度：20±3[°C]・60±10[%Rh]

※屋外で使用する場合は40°C環境

- ・載荷方法：ばね式orカウンターウェイト式
- ・載荷荷重：長期許容応力度相当
- ・計測：荷重および自由端変位を計測
- ・試験体数：3体以上

■クリープ試験の評価方法

Findley 式 ($S=S_0 + a \cdot b^t$) により長期のクリープ変位を予測し、付着試験における最大荷重時の変位を超えていないかを確認



ばね式載荷装置の例

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

1(5) 接着剤の燃焼試験方法(案)・同解説

1(6) 接着剤の圧縮強さおよび圧縮弾性率試験方法(案)・同解説

1(6) 接着剤の接着力試験方法(案)・同解説

1(6) 接着剤の耐アルカリ性試験方法(案)・同解説

評価項目	有機系		無機系
圧縮強さ	ファイバーなし	98.0[N/mm ²]以上	29.4[N/mm ²]以上
	ファイバーあり	50.0[N/mm ²]以上	
圧縮弾性率	9.8 × 10 ² [N/mm ²]以上		なし
接着強さ	基準付着強度の1.5倍以上		
ファイバー量 (不燃残分率)	500℃・2時間加熱後に質量測定を行い、申請者が申請する無機ファイバー量±5%以内(申請時には試験結果を提出)		
耐アルカリ性	質量減少率*10%以下 アルカリ浸漬後の試料に ひび割れや欠損がないこと		なし

*: NaOH10%溶液中で100時間煮沸後の質量減少率

(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

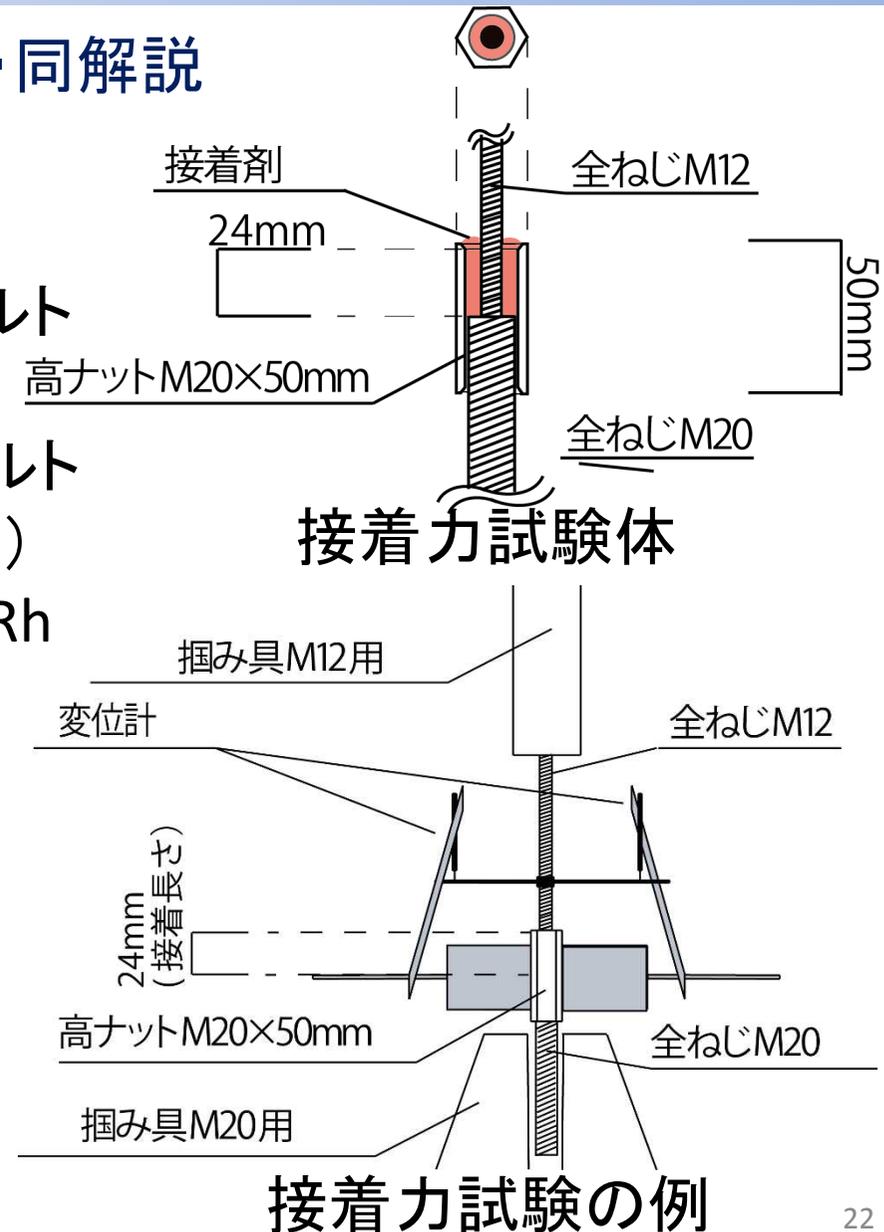
1(6) 接着剤の接着力試験方法(案)・同解説

■ 接着力試験体

- ・使用材料：M12高強度全ねじボルト
M20高強度高ナット
M20高強度全ねじボルト
- ・付着長さ： $2 \sim 2.5d_a$ (24～30[mm])
- ・養生・試験環境： 20 ± 5 [°C]・60%Rh
- ・試験体数：5体

■ 試験方法

- ・载荷速度： 500 ± 100 [N/s]
- ・計測：荷重および载荷端変位を最大1秒の間隔で計測



(1)あと施工アンカーの審査基準(案)

1(6) 接着剤の接着力試験方法(案)・同解説

■ 接着強さの算出方法

接着強さは、以下の式により算出する

$$\tau_b = F_b / (12 \times \pi \times l_b)$$

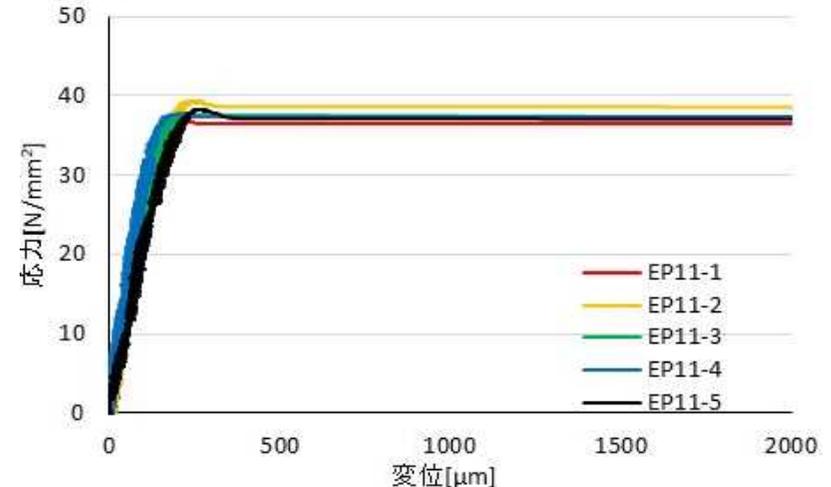
τ_b : 接着強さ[N/mm²]

F_b : 接着力試験時の最大荷重[kN]

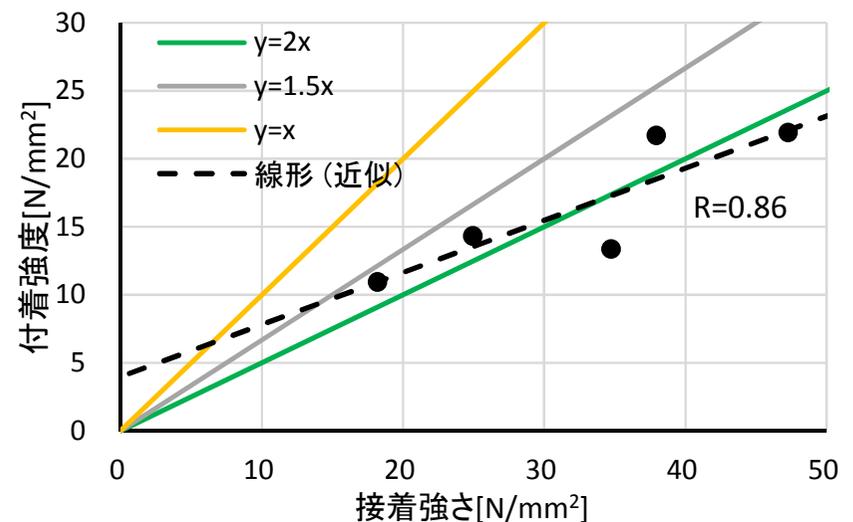
l_b : 付着長さ[mm]

■ 接着力試験の評価

接着強さの平均値が基準付着強度の1.5倍以上を満たしているか、確認する



試験結果の例



付着強度と接着強さの関係

(2)あと施工アンカーを用いた 構造部材の審査基準(案)

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の審査項目(1/3)

審査項目		内容
1	適用範囲・適用条件等	(a) あと施工アンカーを用いた構造部材(ただし、母材に埋め込まれたアンカー筋の降伏およびアンカー筋埋込み部の破壊によって部材性能が決定する使用方法および懸垂物は対象外とする)の使用部位, 使用条件, 環境条件(温度, 湿度, その他接着剤の耐久性に影響を及ぼす成分の有無, 火災時の温度の影響の有無)ならびに, 構造部材に作用する荷重および外力とその組合せと大きさ
		(b) あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能として先付け鉄筋による構造部材・工法と同程度を確保
		(c) アンカー筋を持続的に引張力が作用する構造部材の主筋の定着に使用する場合の当該構造部材の冗長性(代替支持部材)の確保
2	構造部材および部位	あと施工アンカーを用いた構造部材や部位の種類, 位置
3	(1) 使用材料	(a) 使用するあと施工アンカー関連 (b) あと施工アンカーを用いた構造部材・工法に使用する材料
	(2) 許容耐力, 終局耐力の設定および各耐力時の剛性ならびに変形	(a) あと施工アンカーの許容耐力および終局耐力設定に際してのへりあき, はしあき, アンカー筋間隔の影響 (b) あと施工アンカー埋込み部のコンクリートの圧縮強度のばらつきの設計への反映やひび割れ対応 (c) 各種荷重とその組合せ荷重作用時におけるあと施工アンカー周囲のコンクリートのひび割れ対応 (d) 施工誤差(有効埋込み長, コンクリート面に対する傾斜)対応
	(3) あと施工アンカーを用いた構造部材の構造検討	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時における所要の剛性と耐力を有していることの検討
	(4) 各種構造部分への影響	あと施工アンカーを用いた構造部材が他の構造部材に及ぼす影響の有無と対応

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の審査項目(2/3)

審査項目		内容
4	設計指針	(a) 適用建築物規模, 構造種別, あと施工アンカーを用いる構造部材
		(b) 適用範囲・適用条件等
		(c) 使用材料(あと施工アンカー, アンカー筋, コンクリート, その他)
		(d) 許容応力度・材料強度
		(e) 荷重および外力とその組合せ
		(f) 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設計
		(g) あと施工アンカーの設計
		(h) あと施工アンカーを用いた構造部材の冗長性の確保
		(i) 硬化後の接着剤の耐久性への対策
		(j) 構造性能確認実験結果(試験体の設計および製作含む)
		(k) 構造計算例
		(l) その他必要と思われる事項
		5
(b) あと施工アンカー工事体制		
(c) 工事監理体制, 工事管理体制		
(d) 使用材料(あと施工アンカー, アンカー筋, コンクリート, その他)		
(e) あと施工アンカー工事着手前の調査関係		
(f) あと施工アンカー工事着手前の試験		
(g) あと施工アンカー工事施工計画		
(h) あと施工アンカー施工品質管理		
(i) あと施工アンカー工事後の試験・検査および判定基準, 不合格の場合の対策		
(j) 試験・検査結果の記録, 保存方法		
(k) あと施工アンカーを用いた構造部材の施工計画		
(l) その他必要と思われる事項		

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の審査項目(3/3)

審査項目		内容
6	部材製造・品質管理要領	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の場合、部材製造要領および部材製造品質管理要領
7	(1) 構造性能確認試験	(a) 試験体パラメータの設定, 試験体数
		(b) 試験体形状, 寸法, 縮尺
		(c) 使用材料, コンクリート圧縮強度
		(d) 試験体の設計および製作(設計指針, 施工指針の反映)
		(e) 載荷方法
		(f) ひずみ, 変形測定位置, 測定方法
		(g) 試験結果
		(h) 設計指針への反映
	(2) 施工試験	必要に応じた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)

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

1 適用範囲・適用条件等

- (a) あと施工アンカーを用いた構造部材(ただし, 母材に埋め込まれたアンカー筋の降伏およびアンカー筋埋込み部の破壊によって部材性能が決定する使用方法および懸垂物は対象外とする)の使用部位, 使用条件, 環境条件(温度, 湿度, その他接着剤の耐久性に影響を及ぼす成分の有無, 火災時の温度の影響の有無)ならびに, 構造部材に作用する荷重および外力とその組合せと大きさ, などを明らかにすること。
- (b) あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能として先付け鉄筋による構造部材・工法と同程度を確保
- (c) アンカー筋を持続的に引張力が作用する構造部材の主筋の定着に使用する場合の当該構造部材の冗長性(代替支持部材)の確保

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

4(d)許容応力度・材料強度

接着系あと施工アンカーは、既存のコンクリートに穿孔し、接着剤を充填しアンカー筋を固着することから、母材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。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の部分安全率(F_{safe})には4つの係数を考慮する。

$$F_{safe} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \geq 1.5$$

α_1 : 材料係数 (≥ 1.0)

α_2 : ひび割れ係数 (= 1.5)

α_3 : 施工係数 (≥ 1.0)

α_4 : 設計係数 (= 1.0)

※()内は、本課題で想定する材料、施工管理が行われることを前提とした数値

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

4(d)許容応力度・材料強度

許容応力度および材料強度の数値(案)

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 $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot \sigma_B}}{4.5}$ のいずれか小さい 方の数値 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^{*1}$	σ_y	$\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ または $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot \sigma_B}}{2.25}$ のいずれか小さい 方の数値 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^{*1}$	σ_y	$\frac{\sigma_y}{\sqrt{3}}$ または $\frac{0.4\sqrt{E_c \cdot \sigma_B}}{1.5}$ のいずれか小さい 方の数値 ただし、 $500 \leq \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \leq 900^{*1}$
コーン状破 壊を生じる コンクリ ートの断面	$\frac{0.23\sqrt{\sigma_B}}{4.5}$	—	$\frac{0.23\sqrt{\sigma_B}}{2.25}$	—	$\frac{0.23\sqrt{\sigma_B}}{1.5}$	—
付着破壊を 生じるコン クリートの 断面	$\frac{F\sqrt{\sigma_B}}{4.5}$	—	$\frac{F\sqrt{\sigma_B}}{2.25}$	—	$\frac{F\sqrt{\sigma_B}}{1.5}$	—

[記号] σ_y : アンカー筋の規格降伏点 (N/mm²) σ_B : 母材の圧縮に対する材料強度 (N/mm²)
 E_c : 母材のヤング係数 (N/mm²) F : 基準付着強度 (N/mm²)

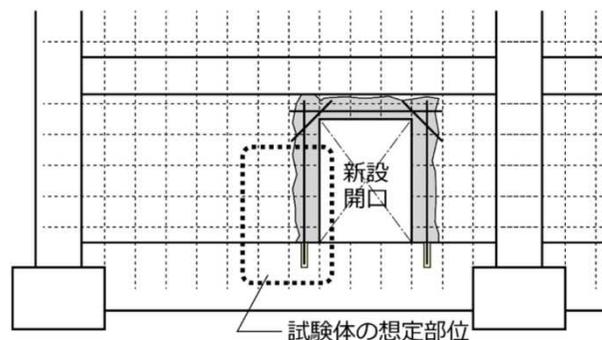
[注] *1 : 500 未満の場合は適用外とし, 900 超の場合は 900 とする.

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

7(1)構造性能確認試験

短期応力下での適用例

H27年度実施

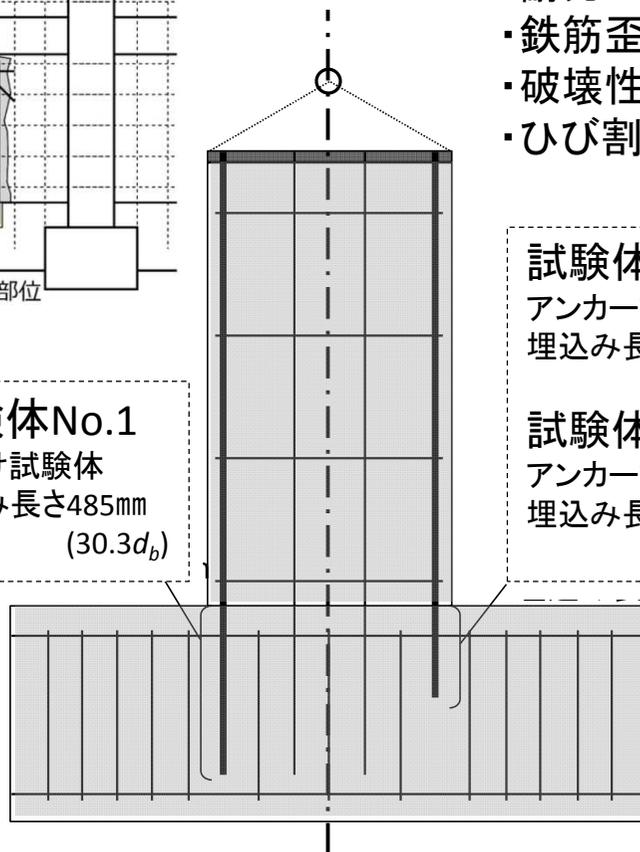


試験体No.1
先付け試験体
埋込み長さ485mm
($30.3d_b$)

- 検証項目
【先付け鉄筋による場合と比較を行う】
- ・耐力-変形関係
 - ・鉄筋歪み
 - ・破壊性状
 - ・ひび割れ

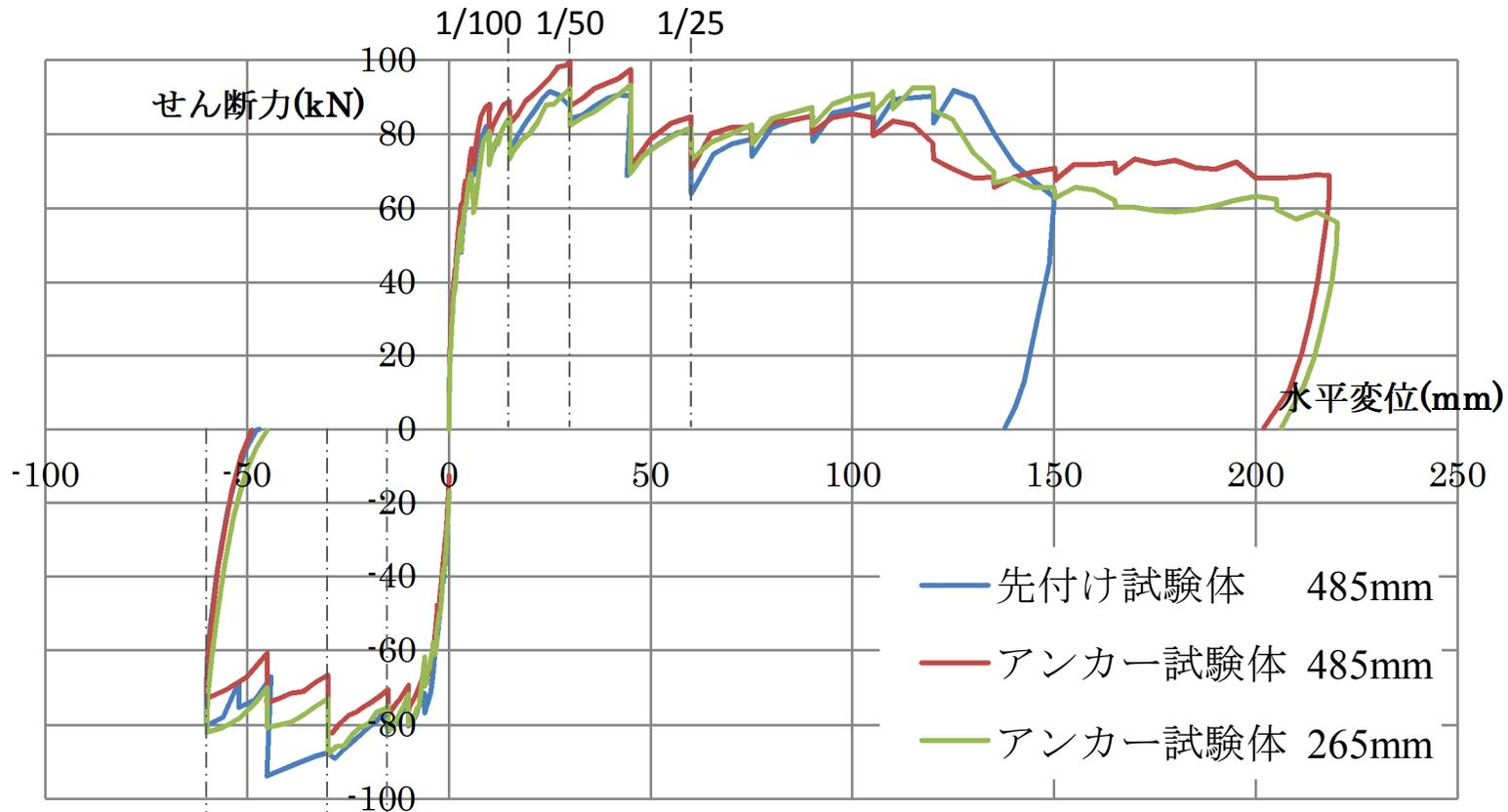
試験体No.2
アンカー試験体
埋込み長さ485mm
($30.3d_a$)

試験体No.3
アンカー試験体
埋込み長さ265mm
($16.5d_a$)



(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

7(1)構造性能確認試験



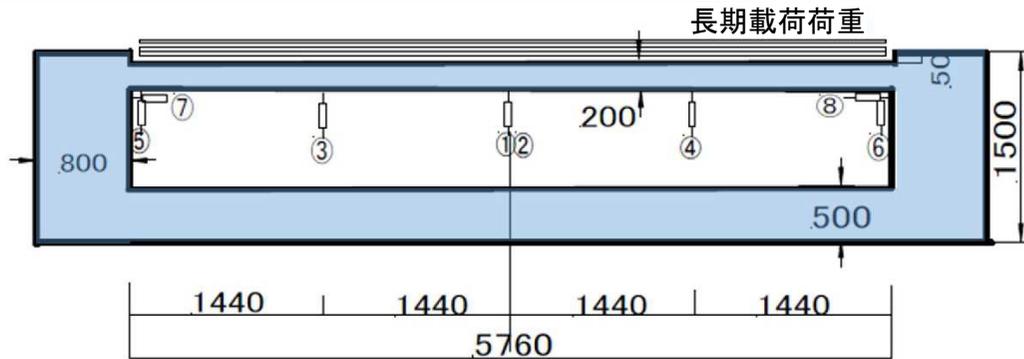
荷重-変形関係の包絡線

大変形時の履歴エネルギー吸収の点では差が見られるものの、最大耐力および変形性能においてはほぼ同程度の結果が得られた。

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

7(1)構造性能確認試験

長期応力下での適用例①



両端支持スラブ

先付け← →あと施工アンカー

■ 検証項目

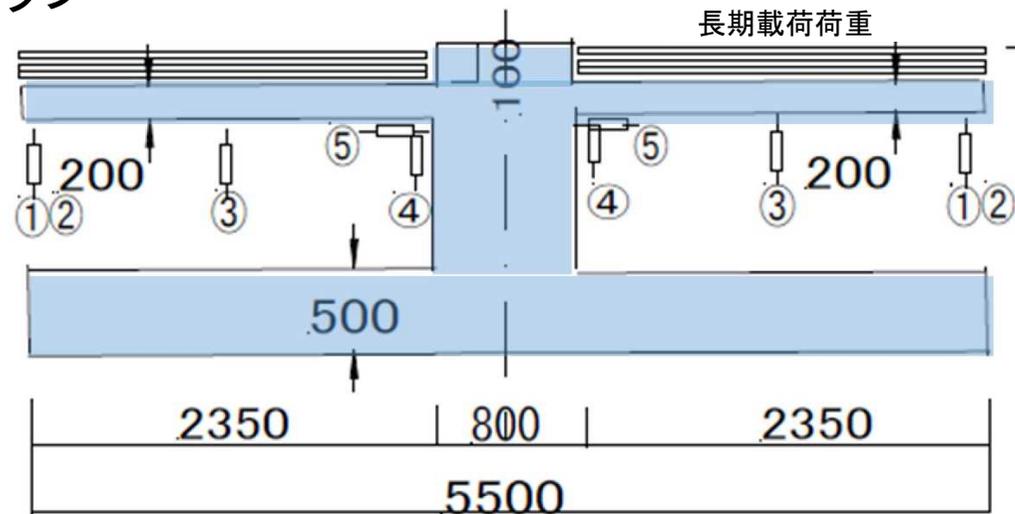
【先付け工法試験体と比較を行う】

- ・たわみ(長期たわみ増大率)
- ・ひび割れ
- ・鉄筋歪み
- ・乾燥収縮率(別試験体作製)
- ・固有振動数

■ 検証項目

【先付け工法試験体と比較を行う】

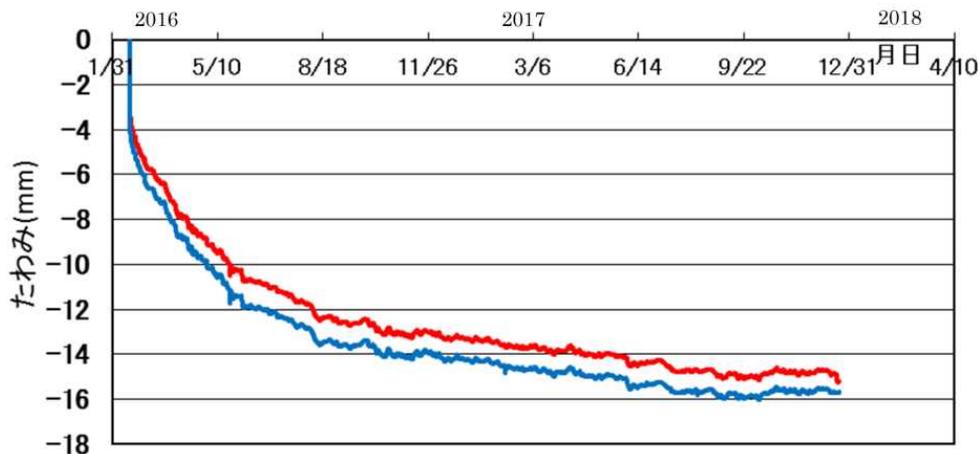
- ・たわみ(長期たわみ増大率)
- ・ひび割れ
- ・鉄筋歪み
- ・定着部の破壊性状
- ・終局強度



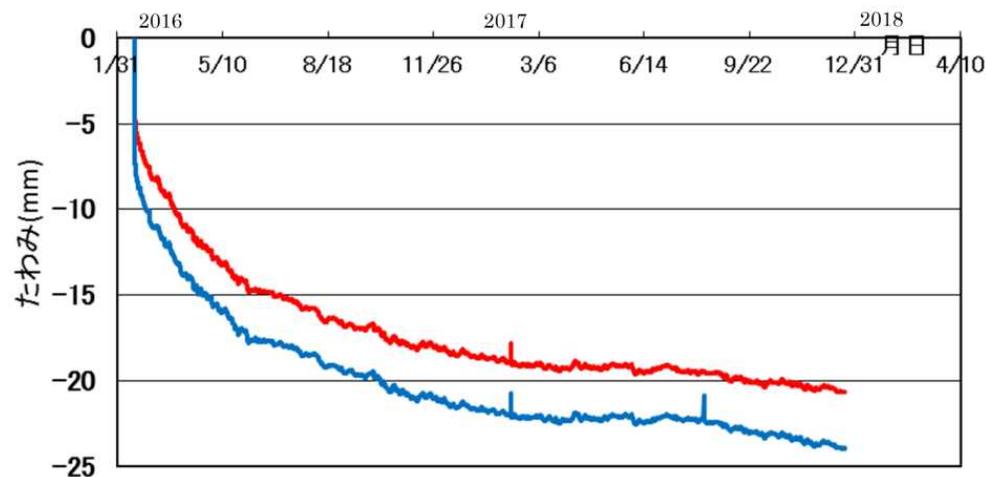
片持ちスラブ

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

7(1)構造性能確認試験



両端固定スラブ中央部のたわみ量

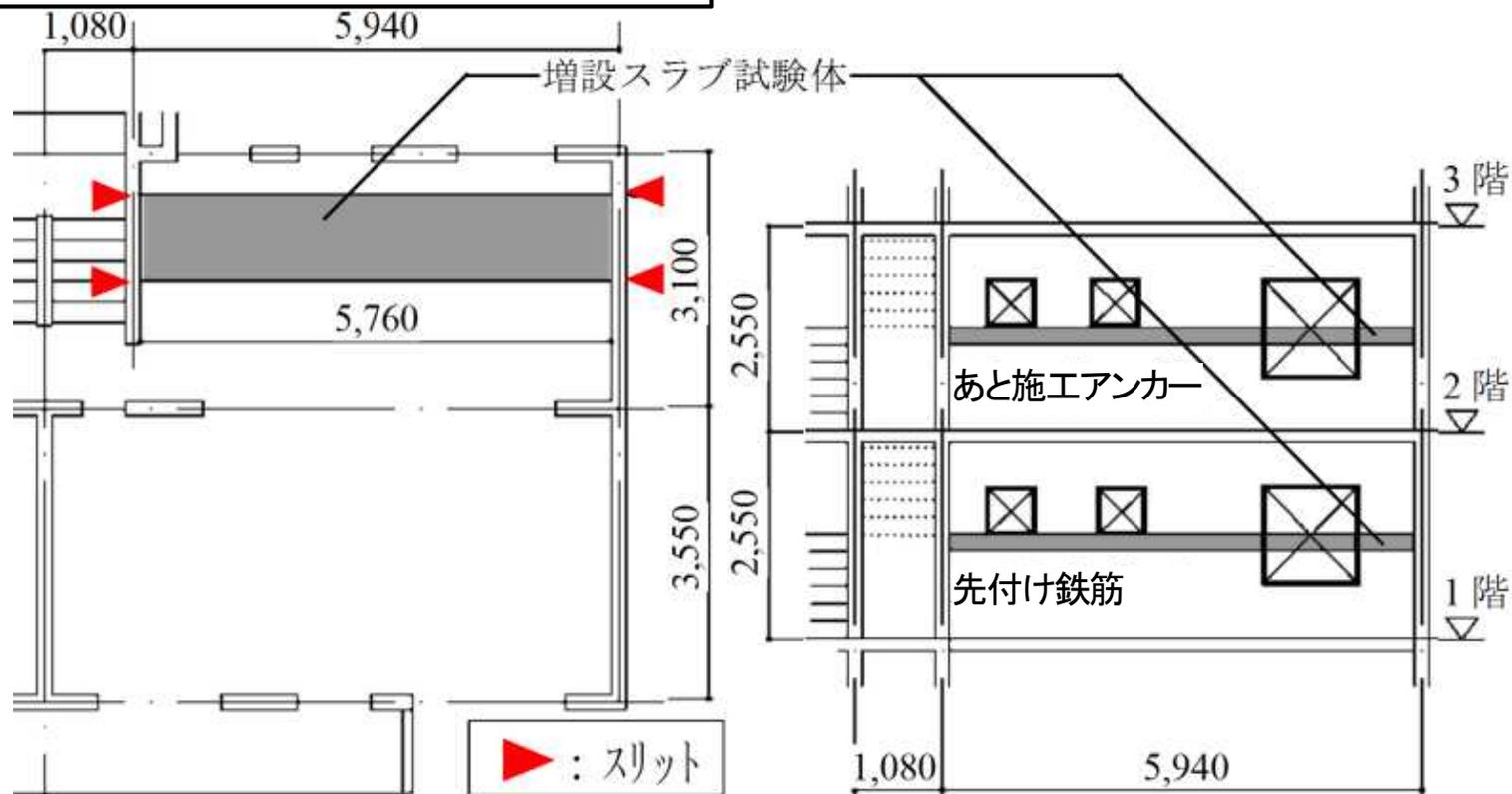


片持ちスラブ先端のたわみ量

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

7(1)構造性能確認試験

長期応力下での適用例②



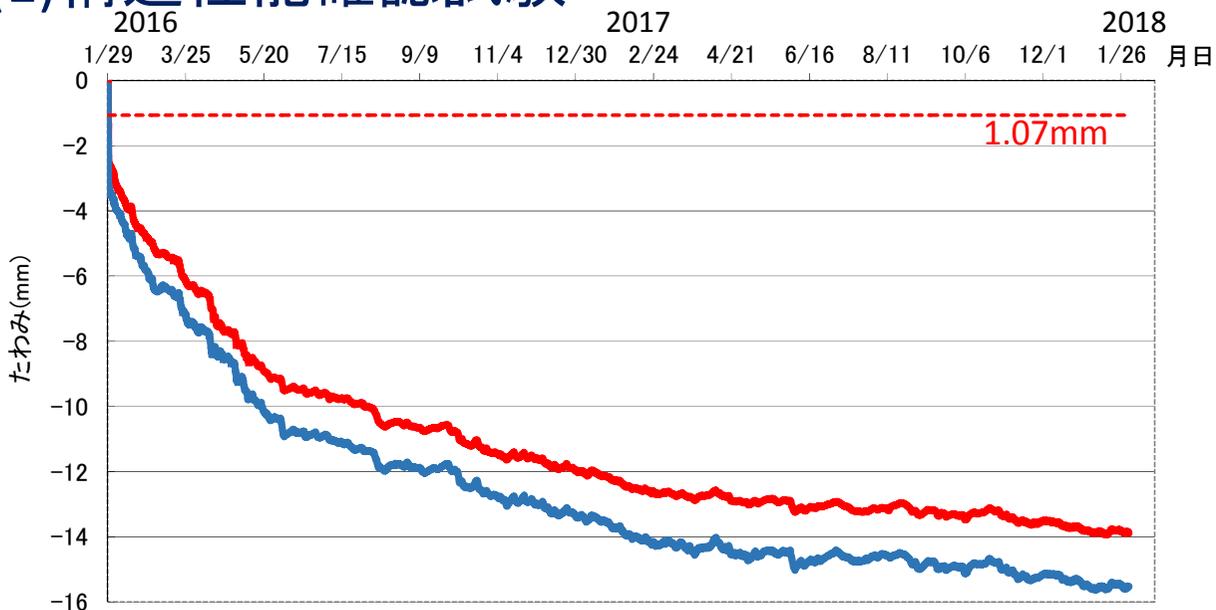
■ 検証項目

【先付け工法試験体と比較を行う】

- ・たわみ(長期たわみ増大率)
- ・ひび割れ
- ・鉄筋歪み
- ・乾燥収縮率(別試験体作製)
- ・固有振動数

(2)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査基準(案)

7(1)構造性能確認試験



両端固定スラブ中央部のたわみ量

- : あと施工アンカー使用
- : 先付け鉄筋使用
- - - : 弾性たわみ量計算値



(3)施工品質管理指針(案)

(3)施工品質管理指針(案)

施工品質管理指針(案)の目次

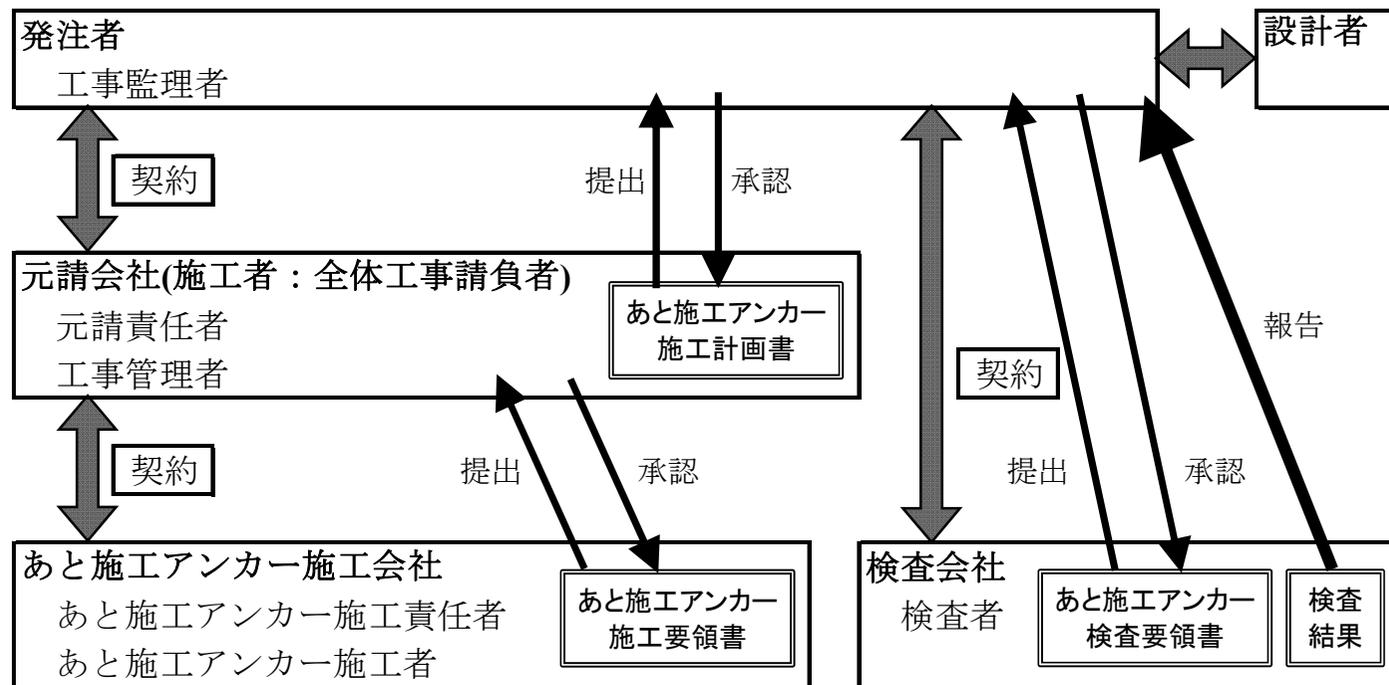
審査項目	内容
1 総則	(1) 適用範囲
	(2) 品質管理の方針
	(3) 用語
2 品質管理体制	(1) 組織
	(2) 施工図, 施工品質管理計画書, 施工要領書の作成
3 使用材料の管理	(1) 使用材料
	(2) 材料の調達と受入れ
	(3) 受入れ管理
4 施工前の管理	(1) 施工箇所の確認
	(2) 母材コンクリートの状態調査
	(3) 施工者の技能の確認
	(4) 施工前の計画と確認
5 施工時の品質管理	(1) 施工時の品質管理項目
	(2) 施工時の記録と報告
6 施工後の管理および検査	(1) 施工後の自主確認
	(2) 施工後の検査
	(3) 注入量の検査
	(4) アンカー筋の埋込み長さの検査
	(5) 接着剤の充填状況の検査
	(6) 検査の記録と報告
付録	(1) 施工品質管理計画書の例
	(2) 施工要領書の例
	(3) 電磁パルス法による接着剤の充填状況確認試験方法(案)
	(4) 超音波パルス反射法による埋込み長さの確認方法(案)

(3) 施工品質管理指針(案)

1(2) 品質管理の方針

2(1) 組織

あと施工アンカーの施工品質を確保するため、品質管理の組織・体制および役割と責任を明確にし、工事の各段階での記録を残すことによりあと施工アンカー工事の品質を確保する。



あと施工アンカー工事の施工品質管理体制

(3) 施工品質管理指針(案)

1(2) 品質管理の方針

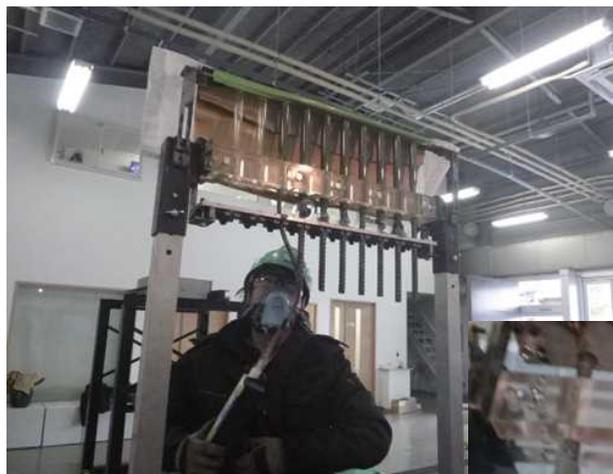
工程	施工品質 重点管理項目	管理区分				
		工事 監理者	工事 管理者	専門工事 責任者	頻度	記録管理文書
準備	設計図書確認	◎	◎	—		設計図書
	施工業者の決定	☆	◎	—		業者登録簿
	あと施工アンカーの品質	☆	◎	—		認定製品リスト
	位置墨出し	☆	◎	—	全箇所	現況調査図
	埋設物確認	☆	◎	—	全箇所	
	施工図	☆	◎	—	着手時・変更時	施工図
施工計画	施工品質管理計画書	☆	◎	—	着手時・変更時	施工品質管理計画書
	施工要領書	—	☆	◎	着手時・変更時	施工要領書
	材料発注書	—	◎	◎	着手時・変更時	材料発注書
	施工前試験計画書	☆	◎		着手時	施工前試験計画書
	施工品質管理計画書	☆	◎		着手時	施工品質管理計画書
施工実施	材料の受け入れ		☆	◎	その都度	材料受入管理簿
	施工者確認		◎		入場時毎日	入場者名簿
	施工前試験実施		☆	◎	施工者毎	施工前試験実施 および結果報告書
	施工前試験結果報告	☆	◎		施工者毎	
	穿孔管理		◎	◎	毎日・全数	施工確認シート
	充填・埋設		◎	◎	毎日・全数	
	施工状態の確認		◎	◎	毎日・全数	
施工報告	☆	◎		要求時・最後	施工品質管理報告書	

※ ☆:承認・確認、◎:実施・報告

(3)施工品質管理指針(案)

4(3)施工者の技能の確認

施工前試験を実施し、**充填性確認試験**および**付着試験**により所定の技量を有することが確認されたあと施工アンカー施工者を入場者名簿に登録する。



注入状況(立会者側)



充填状況の確認

あと施工アンカー業者登録簿例

作業所名	〇〇建設〇〇作業所	工事名称	〇〇増築工事あと施工アンカー施工			
現場住所	〇〇区〇〇町 1-2-3					
業者概要	工事業者名	〇〇工務店	代表者氏名	〇〇〇〇	所在地	〇〇市〇〇町〇〇-〇〇番地
	建設業許可	国土交通大臣(般-〇〇)第〇〇〇〇号 〇〇知事許可(般-〇〇)第〇〇〇〇号		所属団体	(一社) 〇〇〇〇アンカー協会	
	施工者資格数	(1種施工士: 〇〇名), (特2種施工士; 〇〇名), (2種施工士; 〇〇名), (技術管理士: 〇〇名) (その他施工士: 〇〇名)				
	実績	別途 実績書添付				
登録者氏名・資格	1. 日本 太郎 (1種施工士: No.〇〇〇〇) , 〇〇アンカー製造(株)受講証明書 No〇〇〇〇.					
	2. 〇〇 〇〇 (1種施工士: No.〇〇〇〇) , 〇〇アンカー製造(株)受講証明書 No〇〇〇〇.					
	3. 〇〇 〇〇 (1種施工士: No.〇〇〇〇) , 〇〇アンカー製造(株)受講証明書 No〇〇〇〇.					

(3)施工品質管理指針(案)

5(1)施工時の品質管理項目

工事管理者は、**施工箇所全数**について作成された施工箇所確認シートおよび撮影された写真を確認する。

各施工箇所確認シート例

項目		確認事項	確認方法	施工者	工事管理者
1	穿孔位置	所定位置施工(位置ずれ, 変更時には理由を記述)	x : ±○○ mm, y : ±○○ mm		
2	使用ドリル径	メーカー所定のサイズ	○○○ mm (写真)		
3	穿孔長マーキング	有効埋込み長さ確認後に所定の長さをマーキング	○○○ mm (写真)		
4	穿孔長	穿孔長	○○○ mm		
5	穿孔角度	施工面に対して直角か	OK or 度		
6	孔内清掃	手順が守られているか	目視確認 (状況写真)		
7	孔内の状態	乾燥/湿潤/湛水	目視確認		
8	使用期限の確認	カートリッジの使用期限確認	表示確認(写真)		
項目1~8の工程を責任者が目視又は写真・確認シートにて確認 (責任者の了解を得られた後に項目9以降の工程に進む)					
9	未攪拌の捨て打ち	未攪拌を捨て打ちしたか	色変化確認(写真)		
10	定着材注入	適正量注入されたか	適量マーク確認(写真)		
11	埋込み・施工完了確認	樹脂が孔口まで充填	目視確認(写真)		
12	清掃	余剰樹脂の除去	目視確認		
13	固定	脱落防止措置を行う	措置実施		
14	硬化養生時間	メーカー所定の時間以上	時間管理		
15	自主確認	目視・打音・接触確認	OK or NG		

(3)施工品質管理指針(案)

6(1)施工後の自主確認

工事管理者およびあと施工アンカー施工者が、**施工したアンカーの全数**について、施工の状況を確認する。確認の結果は、施工したアンカー一本ごとに**施工箇所確認シート**に記録する。

自主確認の項目・方法

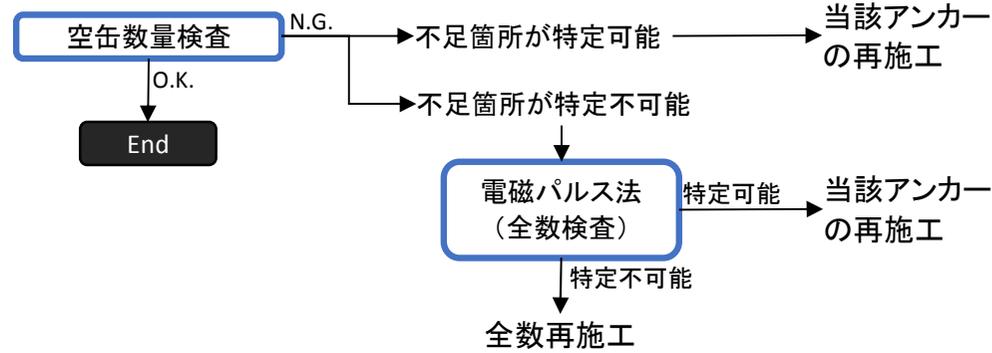
確認項目	確認方法	評価基準
目視による確認	アンカー筋の種類, 本数の確認	アンカー筋の種類, 本数が設計図書に合致していること
	埋込み長さの確認	アンカー筋のマーキング位置が施工面に達していること
	接着剤の充填状況の確認	接着剤が母材表面に達していること
簡易な計測による確認	アンカー筋の径をノギス等で計測	アンカー筋の径に相違のないこと
	施工位置, 突出長さスケール等で計測し, 設計図書の値と照合	施工位置のずれが ± 5 mm以内であること 突出長さが設計図書の長さ以上であること
	アンカー筋の角度を傾斜計等により計測	角度が施工面の法線に対して ± 5 度の範囲にあること
接触打音による確認	アンカー筋を手で触れて動かしても, 接着剤が硬化しており, 動かないこと	ガタツキがないこと
	ハンマー等を用いて軽く叩いたとき, 異常な反発と反発音がないこと	特異な音が無く, 適度の反発と反発音があること

(3)施工品質管理指針(案)

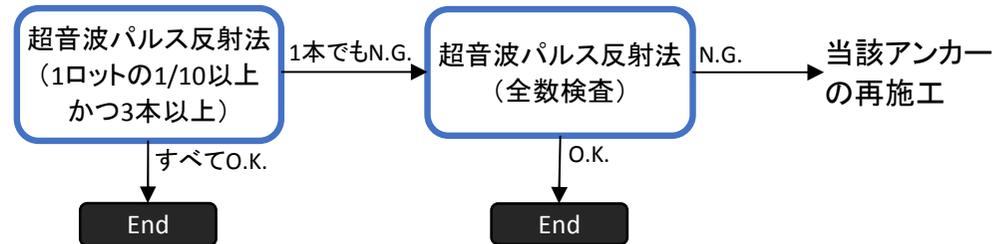
6(2)施工後の検査

検査は、第三者(工事監理者の依頼を受けた者)が行う。

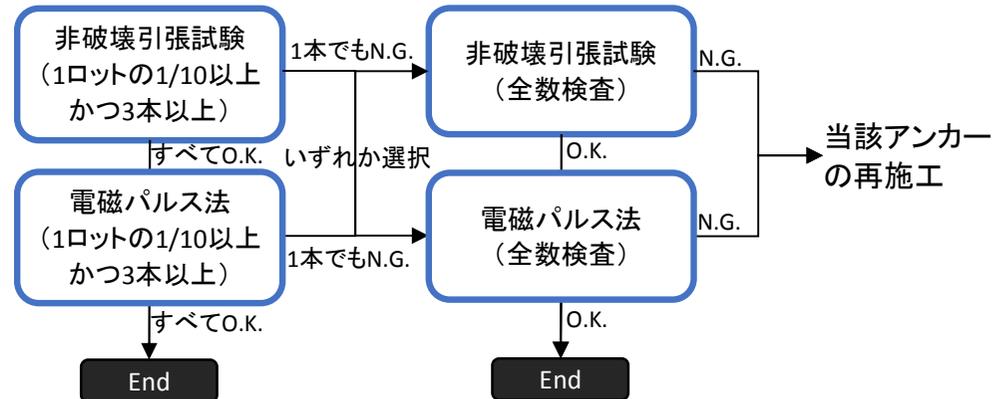
注入量検査



埋込み長さ検査



充填状況検査

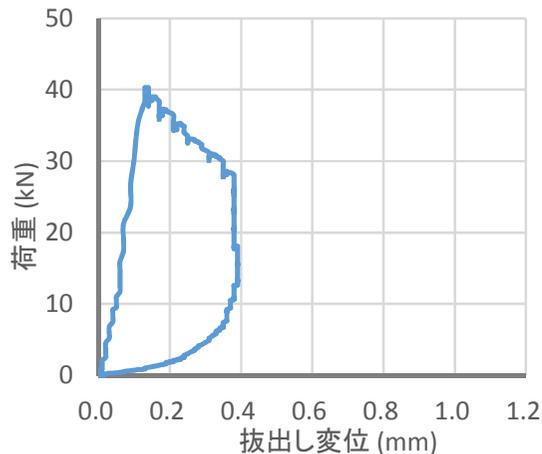


(3)施工品質管理指針(案)

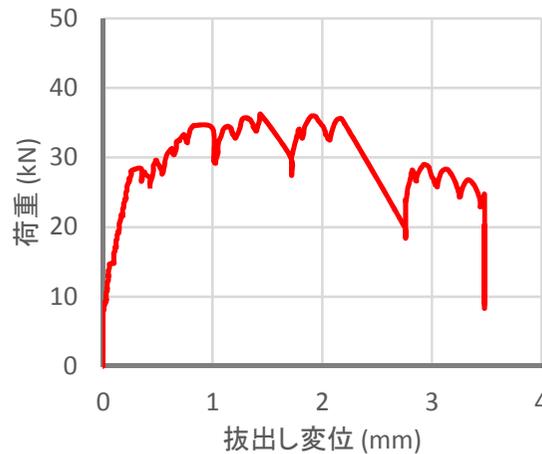
6(2)施工後の検査

非破壊引張試験

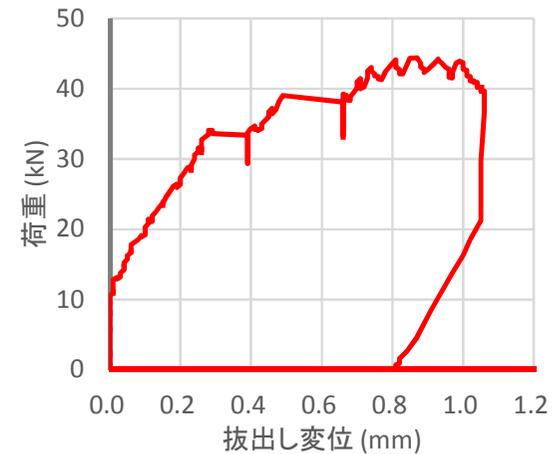
施工されたあと施工アンカーを、基準付着強度の1/3相当の荷重(もしくは鉄筋降伏強度の80%の小さい方)まで、荷重と変位を記録できる装置で引っ張り、荷重－変形関係を確認する。



適切に施工された
アンカー



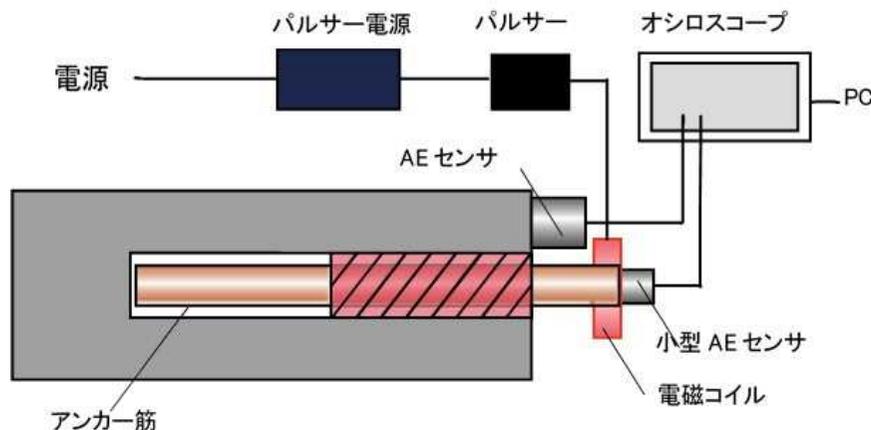
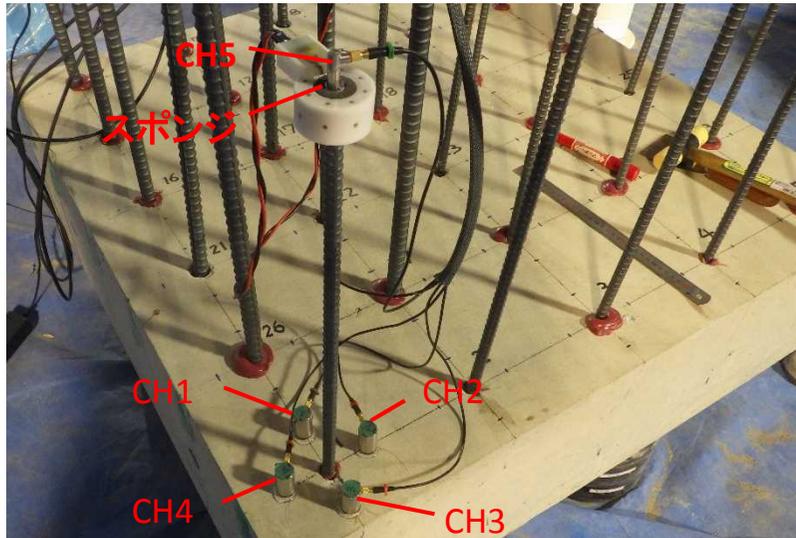
抜け出しが
生じた場合



残留変形が
大きい場合

(3)施工品質管理指針(案)

付録(3)電磁パルス法による接着材の充填状況確認試験方法(案)



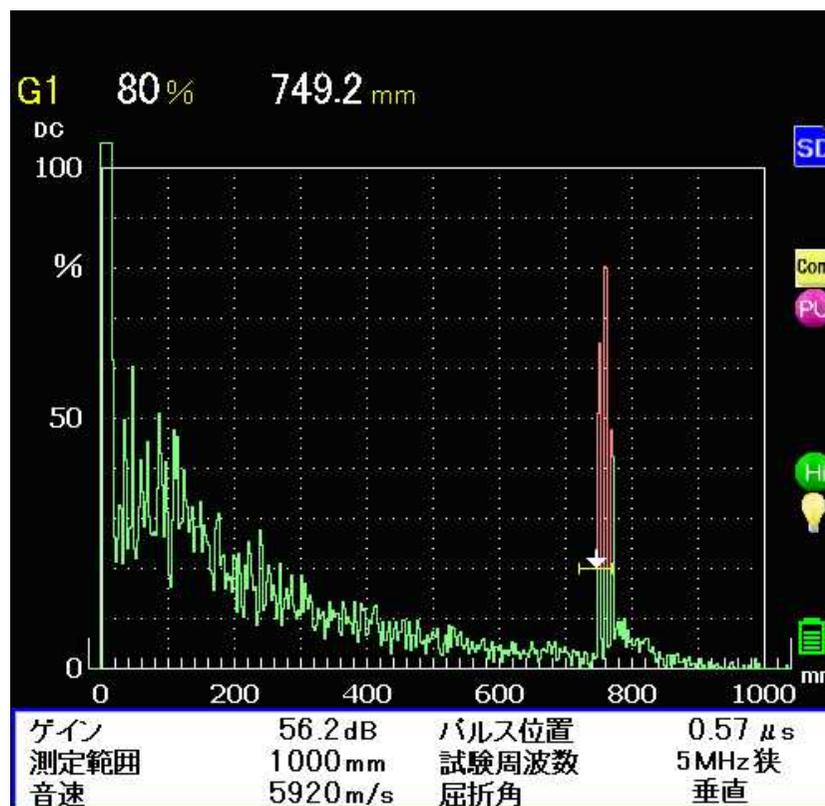
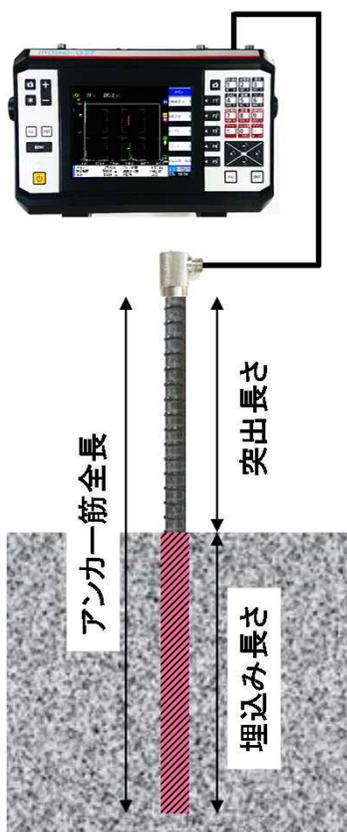
下記の評価指標について、標準施工(適切な施工を行ったアンカー)との相対比較により充填状況の良否を評価する

評価指標	傾向
波形エネルギー比	充填状況が悪い場合に小さくなる
波形継続時間	充填状況が悪い場合に長くなる
スペクトル重心周波数	充填状況が悪い場合に低周波側にシフトする
スペクトル標準偏差	充填状況が悪い場合に標準偏差が小さくなる
スペクトルピーク数	充填状況が悪い場合にピーク数が増える
スペクトル相関係数	充填状況が悪い場合に相関係数が小さくなる

(3)施工品質管理指針(案)

付録(4)超音波パルス反射法による埋込み長さの確認方法(案)

アンカー筋頂部に取り付けたセンサから発信した超音波の反射時間を測定し、鋼材中の超音波音速からアンカー筋長さを測定し、突出長さを差し引いて埋込み長さを求める。



成果のまとめ

成果のまとめ

平成27年度から3年間にわたり、ハンマードリルで穿孔された接着系あと施工アンカーを適用した部材の構造性能確認方法の提案を行うことを目的として調査を行った。

その中で、多数のあと施工アンカー単体およびあと施工アンカーを用いた部材の材料・構造実験を実施し、以下を提案した。

(1)あと施工アンカーの適用条件及び許容応力度の確認方法

- ・ あと施工アンカー単体および接着剤の試験項目、各試験方法、評価方法の提案

(2)あと施工アンカーを用いた部材の構造性能確認方法

- ・ 構造部材実験の一例の例示
- ・ 許容応力度に対する安全率の提案

(3)あと施工アンカーの施工品質管理方法

- ・ 各施工段階における重点管理項目の提案
- ・ 非破壊試験方法の提案

ご静聴ありがとうございました