

平成28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)
- ・ 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」)
- ・ 現行の建築基準法を満足しない建築物の耐震補強以外に適用するための条件は整備されていない。

■ 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₂

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造構造部材の有する性能と同等以上であることを個別に審査する

■ 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
- ・適切な審査 : 第三者による審査

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
- ・構造部材に使用した場合が対象
- ・品質管理および施工監理について検討

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(初年度)の成果

あと施工アンカーを構造部材に適用する場合に必要な項目として、1)使用基準、2)性能判定基準、3)施工品質を確保する方法を挙げ、それぞれ必要な検討事項をまとめた。

- 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。
- 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。
- 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。

(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)の作成に向けた
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

1-4)あと施工アンカーの樹脂の品質確認試験

(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を整備する。

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
作成に向けた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
施工指針の作成

3-2)傾斜したアンカーの短期引張・せん断試験

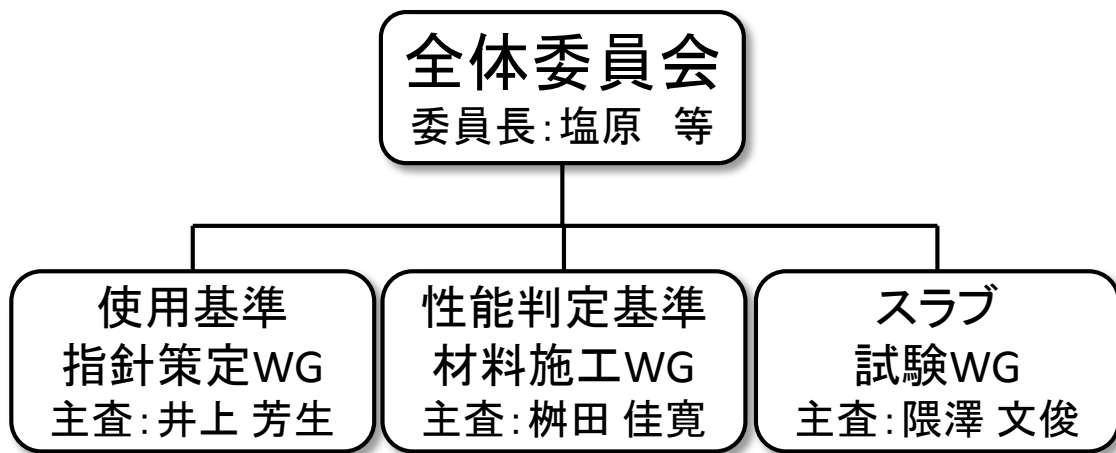
3-3)樹脂の充填状況の非破壊試験

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	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	宇都宮大学
	香取 慶一	東洋大学
	楠 浩一	東京大学
	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
	渡辺 一弘	都市再生機構
	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	

調查結果

(1)あと施工アンカー単体の 長期性能確認試験(引張)

1-1)あと施工アンカーの審査要領(案)の作成に向けた 技術資料のとりまとめ

接着系あと施工アンカーの審査申請資料に記載すべき項目

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) 付着強度
	(4) 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
	(5) 硬化後の接着剤の物性
	(6) 製造時品質管理
	(7) アンカー筋の種類, 形状, 外観
	(8) アンカー筋の材質, 表面処理
	(9) 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) 長期クリープ特性
	(6) 引張剛性
	(7) 終局せん断耐力
	(8) 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

H28年度検討項目

H27年度
検討項目

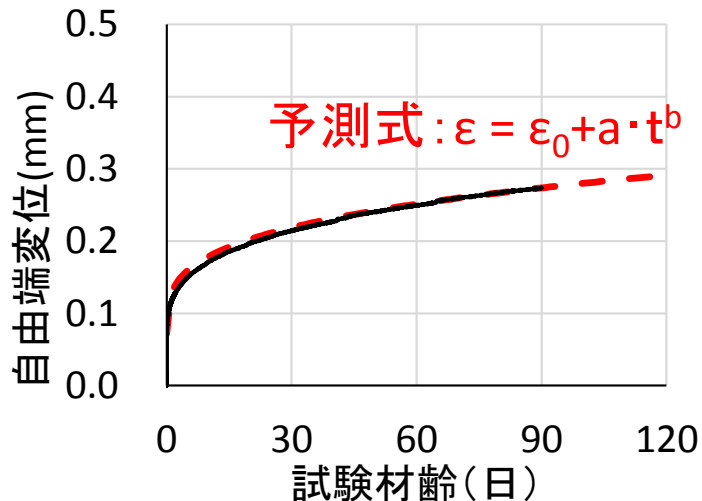
H27,28年度検討項目

H28年度検討項目

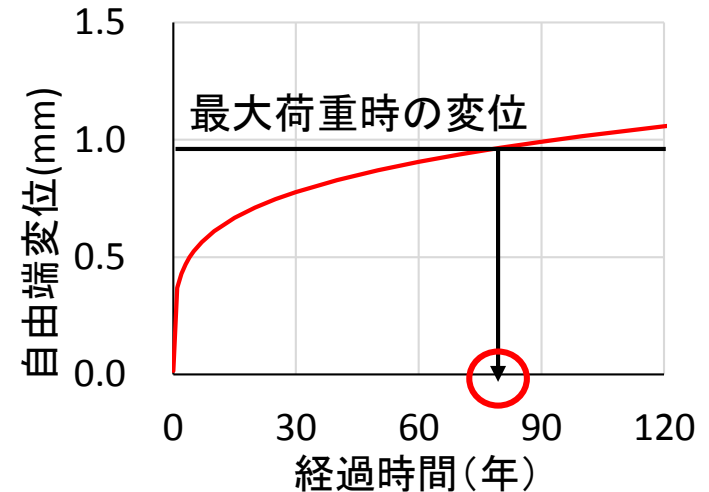
1-2)あと施工アンカー単体の長期性能確認試験(引張)

EOTA(欧州)、ACI(アメリカ)等における長期性能の評価方法

① 90日の継続荷重 ($0.55\tau_{max}$ 程度) を行い、
実験結果からクリープ予測式を推定



② 予測式から長期の変形量を求め、短期
荷重試験の最大荷重時の変位と比較
して破壊に至るまでの時間を推定

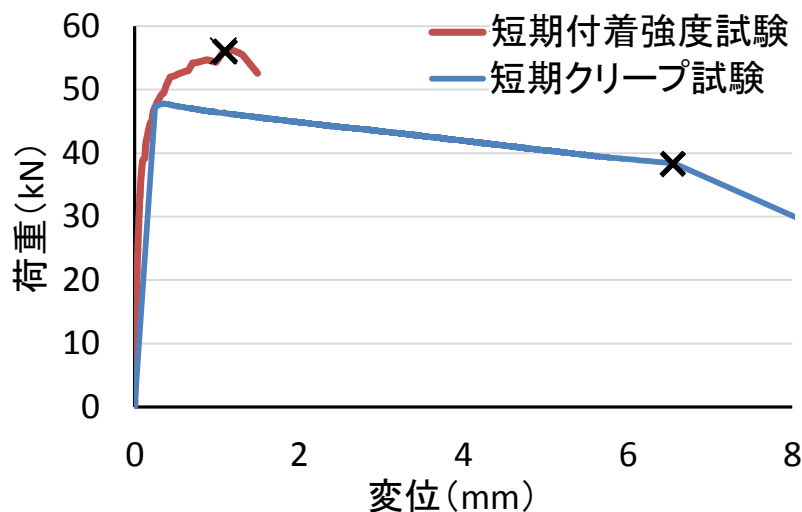


これまでに分かった問題点とH28年度の検討項目:

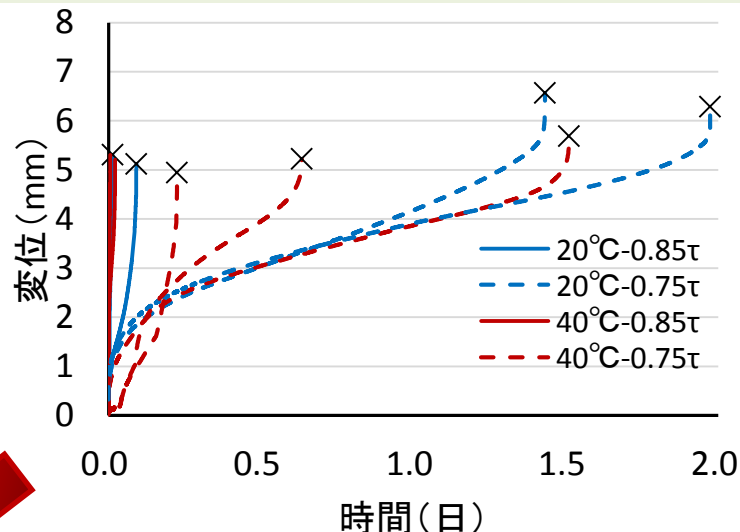
- ・クリープ破壊時の変位が実際のクリープ破壊と乖離し、過大な安全側の評価
→ クリープ破壊時の変位を確認する必要性
- ・荷重荷重の大きさの違い(欧米の性能規定型の認証体系との違い)
→ 許容応力度レベルでのクリープ特性の評価

1-2)あと施工アンカー単体の長期性能確認試験(引張)

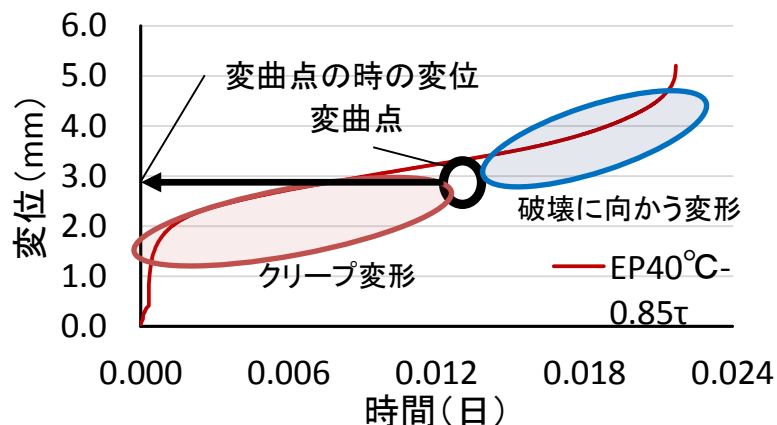
短期クリープ試験による、クリープ破壊時の変位の確認方法の提案



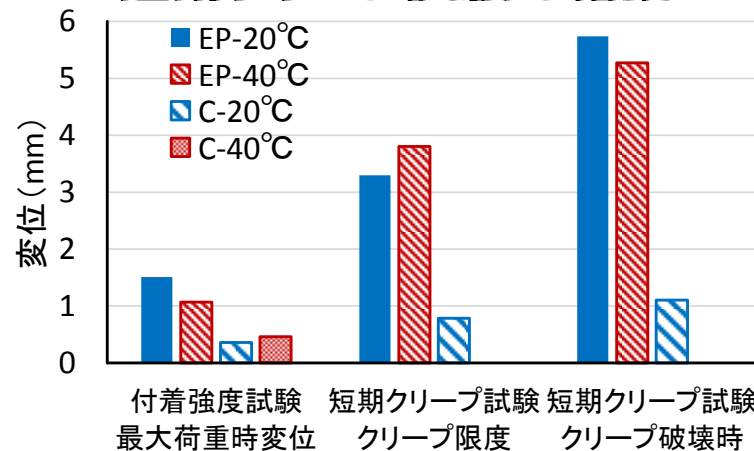
荷重－変位曲線の例



短期クリープ試験の結果



クリープ限度の求め方



クリープ特性評価のための変位の比較

1-2)あと施工アンカー単体の長期性能確認試験(引張)

長期性能確認試験(クリープ試験)方法の提案

H27・H28の検討を踏まえて、付着強度(短期載荷試験)、およびクリープ特性評価(長期載荷試験)の試験方法の原案を提案

クリープ特性評価(長期載荷試験)の考え方

方針	目的	試験条件			
		載荷応力 (N/mm ²)	環境温度	変形量の クライテリア	評価年数
方針1	実際に作用する応力(許容応力度)内でクリープ破壊を生じないことを確認する。原則として、部材レベルでの構造性能確認試験と合わせて実施される。	長期 許容応力度 相当	屋内:20℃ 屋外:40℃	短期載荷試験の最大荷重時の変位 $\max \delta$	予定供用期間 (定めがない場合は100年)
方針2	材料のポテンシャルな性能として、材料強度相当の応力下でクリープ破壊が生じないことを確認する。また、クリープ破壊に至るまでの年数の目安を得る。	材料強度 相当	実況による (標準は 20℃)	クリープ限度 における変位 δ_{lim}	100年(20℃) あるいは 実況による

1-2)あと施工アンカー単体の長期性能確認試験(引張)

長期載荷試験方法原案(概要)

(1)目的

(方針1): 実際に作用する応力内でクリープ破壊が生じないことを確認する。

(方針2): 評価対象となるあと施工アンカーのポテンシャルの性能を確認する。クリープ破壊に至るまでの年数の推定などに用いる。

(2)試験の対象・試験体

(a)アンカー筋: 異形鉄筋・全ねじ筋(認証を受ける範囲の最小径)

(b)母材コンクリート: (一般に使用される範囲のコンクリート)

(c)試験体形状: (付着破壊を生じる付着長さを確保)

(d)数量: (ばらつきを評価可能な数量)

(e)製作: 評価者が管理(製造者が指定する施工要領に従って施工)

(3)試験方法

(a)拘束条件: 穿孔径の 1.5 ± 0.25 倍の開孔とし拘束状態で載荷

(b)環境条件: 屋内のみ適用 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、屋外も適用 $40 \pm 3^\circ\text{C}$ 、その他使用環境に応じる

(c)加力方法: バネ式もしくはカウンターウェイト式の載荷装置により90日間の継続載荷

(d)載荷荷重: (方針1) 長期許容応力度相当

(方針2) 材料強度レベル相当

(e)計測方法: 荷重および自由端変位(感度: 1μ 以上)を継続的に計測

1-2)あと施工アンカー単体の長期性能確認試験(引張)

長期載荷試験方法原案(概要)

(4)評価方法

(a)長期変形量の推定式: $S(t) = S_0 + a \cdot t^b$ …(1)

$S(t)$: クリープ変形量の推定値

S_0 : 初期弾性変形量

t : 時間

a, b : 実験定数(クリープ試験により決定)

(b)長期変形量の推定:

(方針1) 予定供用期間(定めのない場合は100年間)の変形量を(1)式により推定

(方針2) 推定式により任意の期間の変形量を予測

(c)評価

(方針1) 予定供用期間内の推定値が、短期付着強度試験で求めた最大荷重時の変位を超えないことを確認する

(方針2) クリープ限界変位を前述の方法(短期クリープ試験)によって求め、その95%信頼下限値に至るまでの年数を確認する

平成29年度において、現在継続載荷中の試験結果等を踏まえ、妥当性の検証、試験方法の見直し等を行う。

1-3)あと施工アンカーの樹脂の物性試験

接着剤の物性に関する評価項目と基準値

評価項目	国交省官庁営繕部 建築改修監理指針		日本建築学会 各種合成構造指針		JCAA 製品認証
	有機系	無機系	有機系カプセル	有機系注入	
圧縮強さ(N/mm ²)	有機系	98.0以上	有機系カプセル	98.0以上	98.0以上
			有機系注入	50.0以上	
	無機系	29.4以上	無機系	50.0以上	
圧縮弾性率(N/mm ²)	9.8 × 10 ² 以上		9.8 × 10 ² 以上		9.8 × 10 ² 以上
引張強さ(N/mm ²)	19.6以上		19.6以上		19.6以上
曲げ強さ(N/mm ²)	有機系	29.4以上	29.4以上		29.4以上
	無機系	4.9以上			
質量減少率*	10%以内		10%以内		10%以内

* : 100℃, 10%の水酸化ナトリウム水溶液に100時間浸漬した時の質量減少率

本課題での検討項目:

- 評価項目が多く、統一されていない
- 接着性の評価方法が不十分
- 試験片製作方法が未標準化

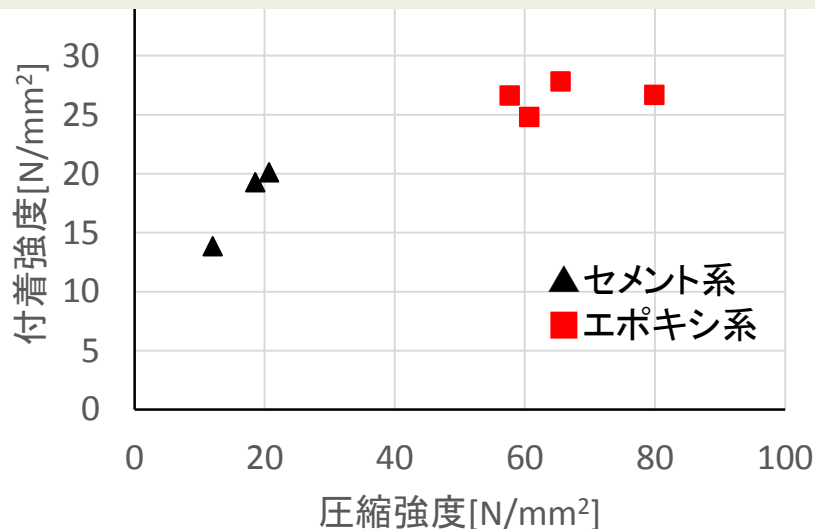


H28~29の検討:

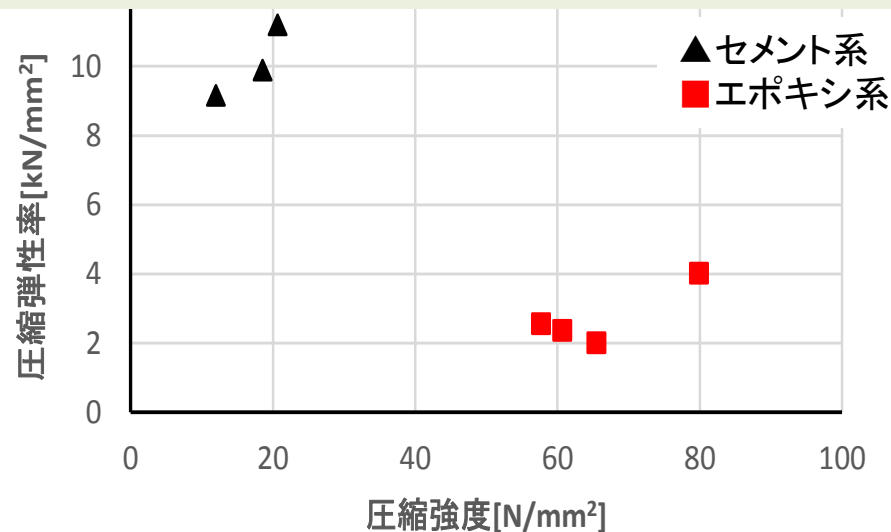
- ・ 付着強度と各種物性値の関係を把握し、試験項目の合理化、妥当な基準値を検討
- ・ 試験片の製作方法を検討

1-3)あと施工アンカーの樹脂の物性試験

物性試験の結果例



圧縮強度と付着強度の関係



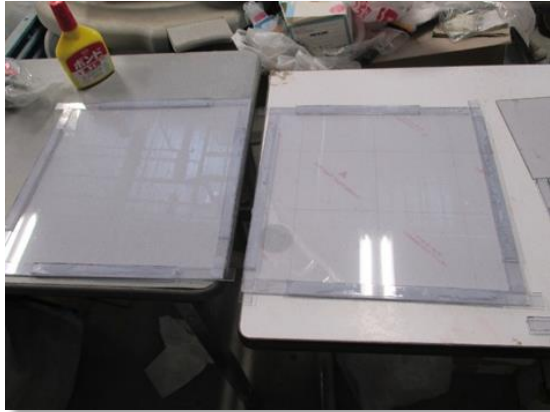
圧縮強度と圧縮弾性率の関係

接着剤単体の品質評価項目・評価基準の方向性

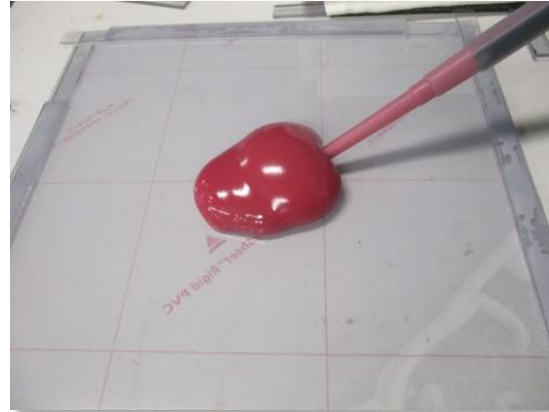
- 接着性(付着強度)を直接評価できる試験方法(2面せん断接着試験等)を開発・検証する。
- 市販の接着剤を広く調査し、接着剤の種類(有機系・無機系)ごとの妥当な基準値の設定・検証する。

1-3)あと施工アンカーの樹脂の物性試験

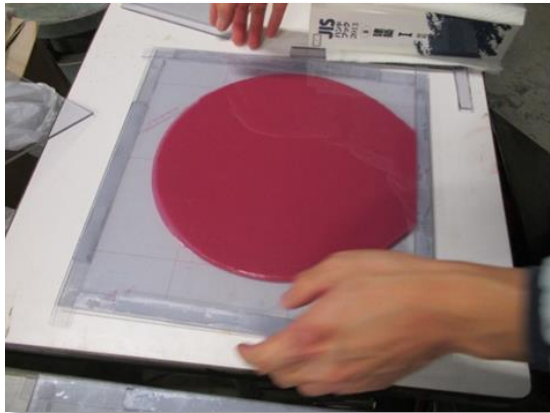
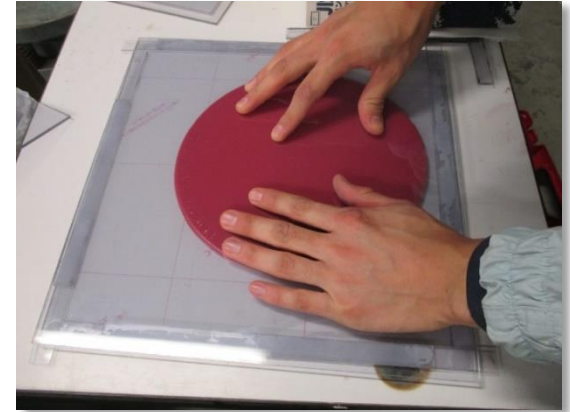
試験片作製方法の標準化



1. 塩ビ製の型枠・スペーサを用意



2. 現場と同様の器具で施工し、一定の厚さに押し広げる



3. 広げた接着剤に重石をのせ硬化させる

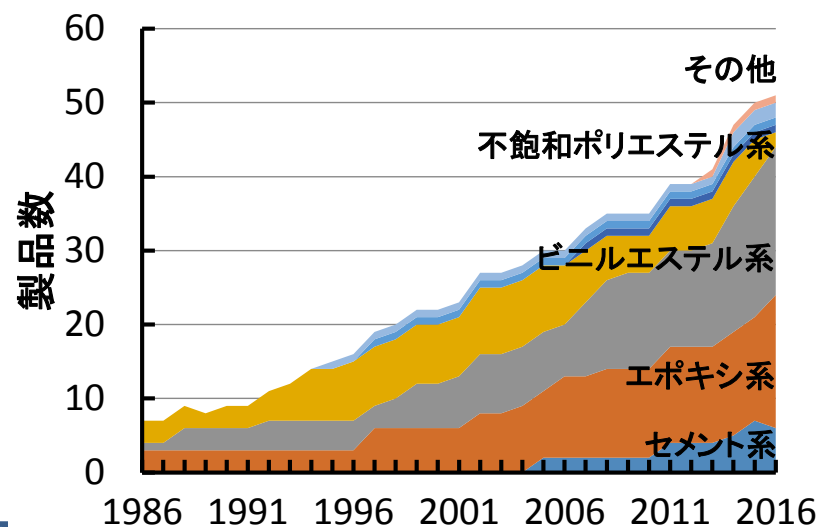


4. 硬化後に離型

異なる接着剤を同様の方法で製作し、試験に供することが可能に

1-4)あと施工アンカーの樹脂の品質確認試験

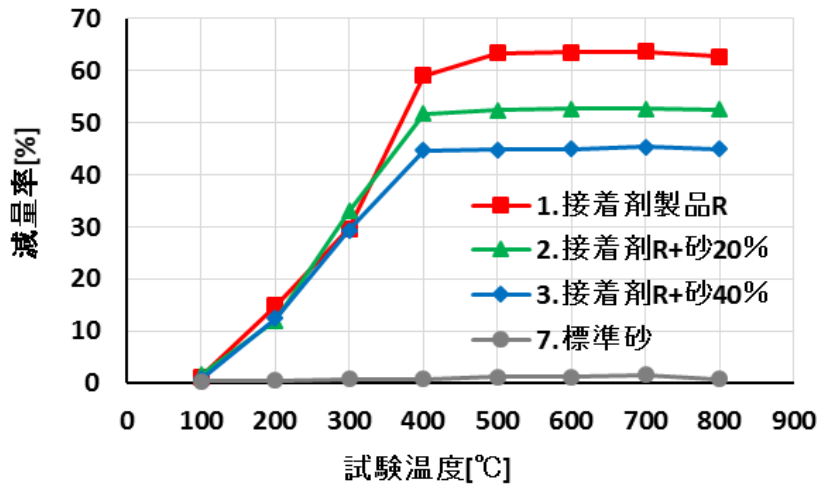
- 接着剤種類の多様化
- 海外からの製品の流通
- 製品認証体制の確立



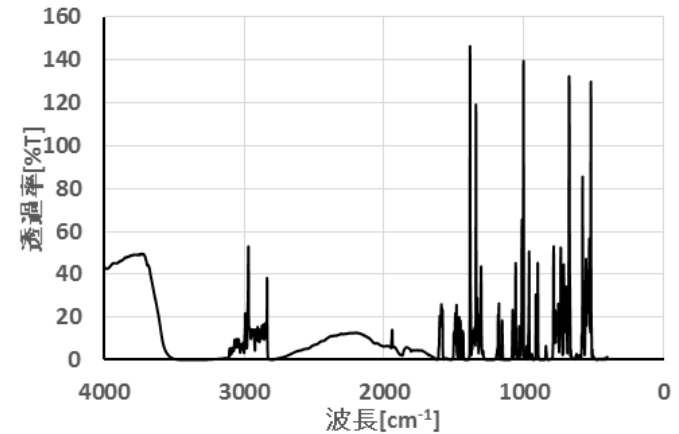
接着剤の同一性を担保するための確認方法が必要

- フィラー(混合物)量の確認
- 樹脂の種類、構成物の確認
- 燃焼試験による方法
- FT-IR(透過赤外線スペクトル)による方法

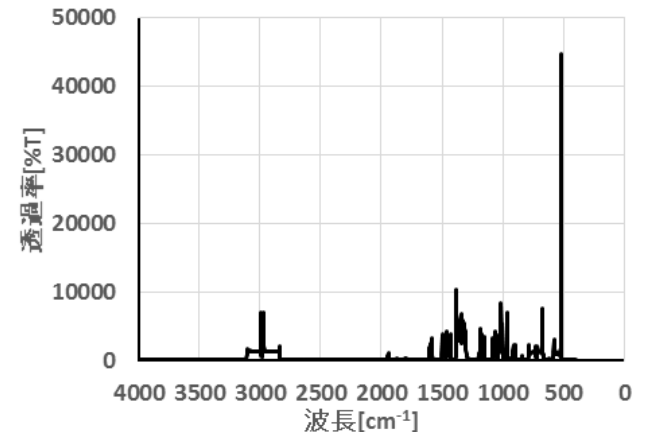
1-4)あと施工アンカーの樹脂の品質確認試験



燃焼温度と減量率の関係



接着剤Aの赤外透過スペクトル



接着剤Bの赤外透過スペクトル

接着剤	400~500°C 燃焼				~500°C 不燃焼 (不燃残分)
	100°C~200°C 燃焼	200°C~300°C 燃焼	300°C~400°C 燃焼	燃焼	
A	26%	10.5%	26.5%		37%
B	7%	14.5%	29.5%	24.5%	24.5%

燃焼温度別の減量率

燃焼試験により、フィラー量の推定、構成物のおおよその区別が可能
 FT-IRによる分析は、樹脂特定の方法等について継続的な検討

(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

2-1)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査要領(案)の作成に向けた技術資料のとりまとめ

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の審査項目 (1/2)

審査項目		内容
1	使用基準	あと施工アンカーを用いた構造部材の使用部位, 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)ならびに部材の作用する荷重および外力とその組合せと大きさ
2	構造部材および部位	接着系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	使用材料	(a) 使用する接着系あと施工アンカー関連(表5.1.2.1の審査項目No.1~8の項目) (b) 接着系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
	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) 接着系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) 接着系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) 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
	接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造検討	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時における所要の剛性と耐力を有していることの検討
各種構造部分への影響	接着系あと施工アンカーを用いた構造部材が他の構造部材への影響の有無と対応	
4	設計指針	(a) 適用建築物規模, 構造種別, 接着系あと施工アンカーを用いる構造部材
		(b) 使用基準
		(c) 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)
		(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) 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設計
		(g) 接着系あと施工アンカーの設計
		(h) 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
		(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		

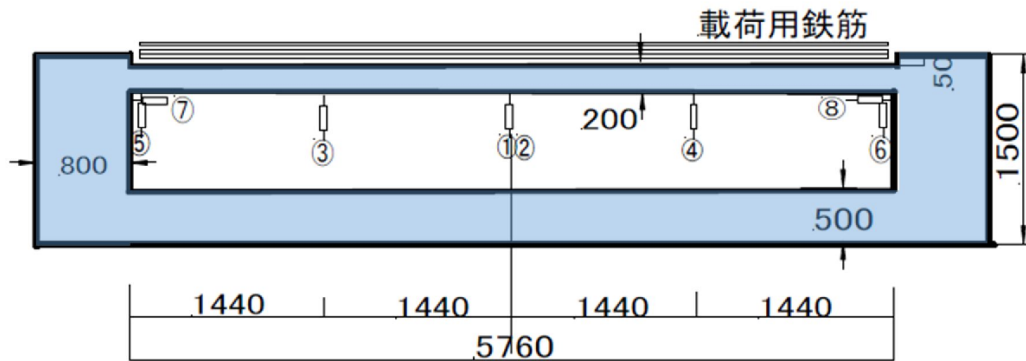
2-1)あと施工アンカーを用いた構造部材の審査要領(案)の作成に向けた技術資料のとりまとめ

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の審査項目 (2/2)

審査項目		内容
5	施工指針	(a) 全体工事体制
		(b) 接着系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(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)
		(e) 接着系あと施工アンカー工事着手前の調査関係
		(f) 接着系あと施工アンカー工事着手前の試験
		(g) 接着系あと施工アンカー工事施工計画
		(h) 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)
		(i) 接着系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) 接着系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		
6	部材製造・品質管理要領	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の場合, 部材製造要領および部材製造品質管理要領
7	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
	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)

2-2)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

試験体形状



■ 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

両端支持スラブ

持続的載荷
(実験継続中)

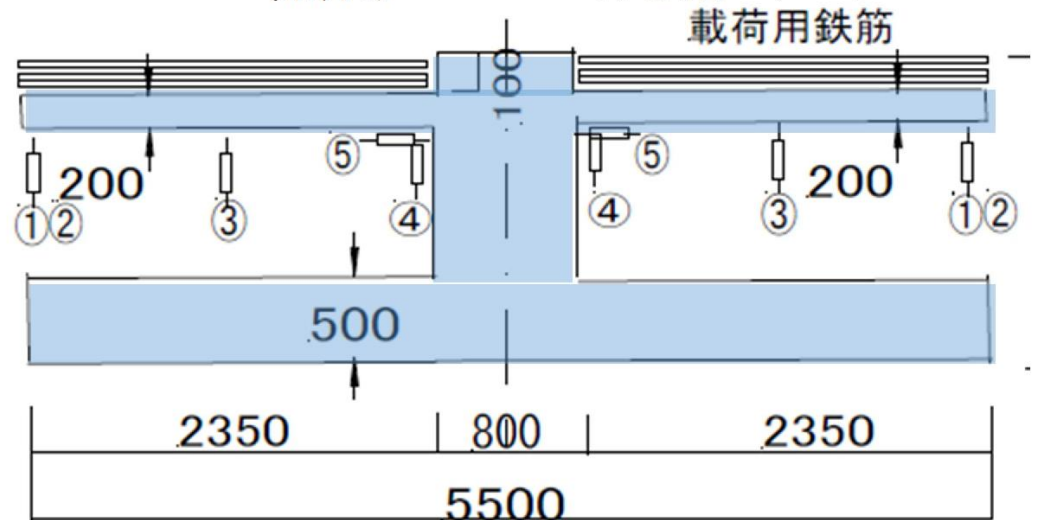
■ 検証項目

【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

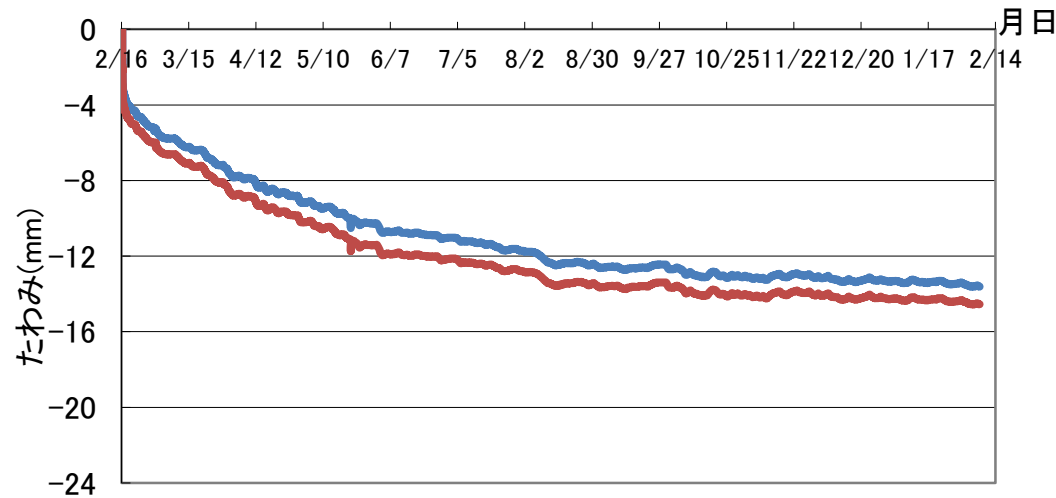
先付け←

→あと施工アンカー



片持ちスラブ

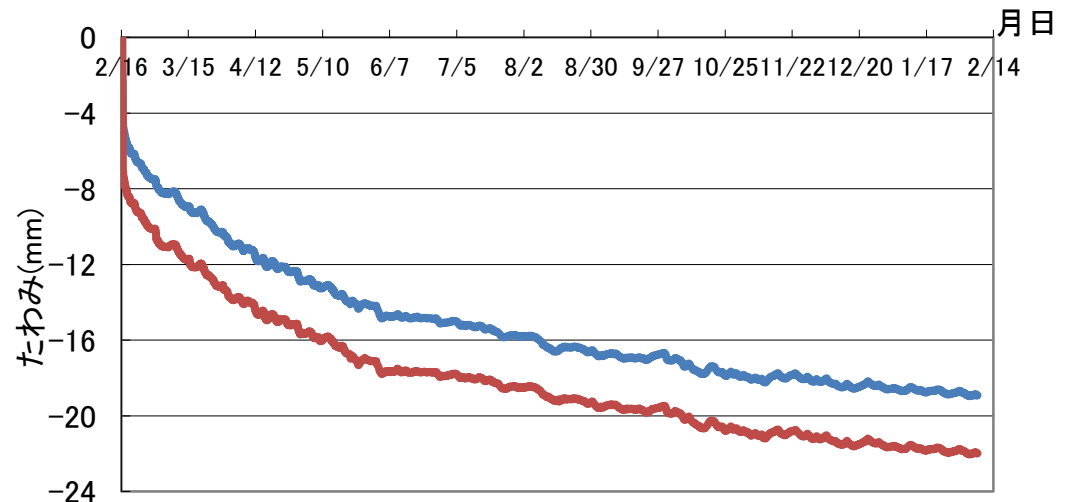
2-2)増設スラブの引張・せん断鉄筋に あと施工アンカーを用いた場合の構造性能確認試験



左グラフ・下グラフとも

- : RC造(先付け鉄筋使用)
- : あと施工アンカー使用

両端固定スラブ中央部のたわみ量

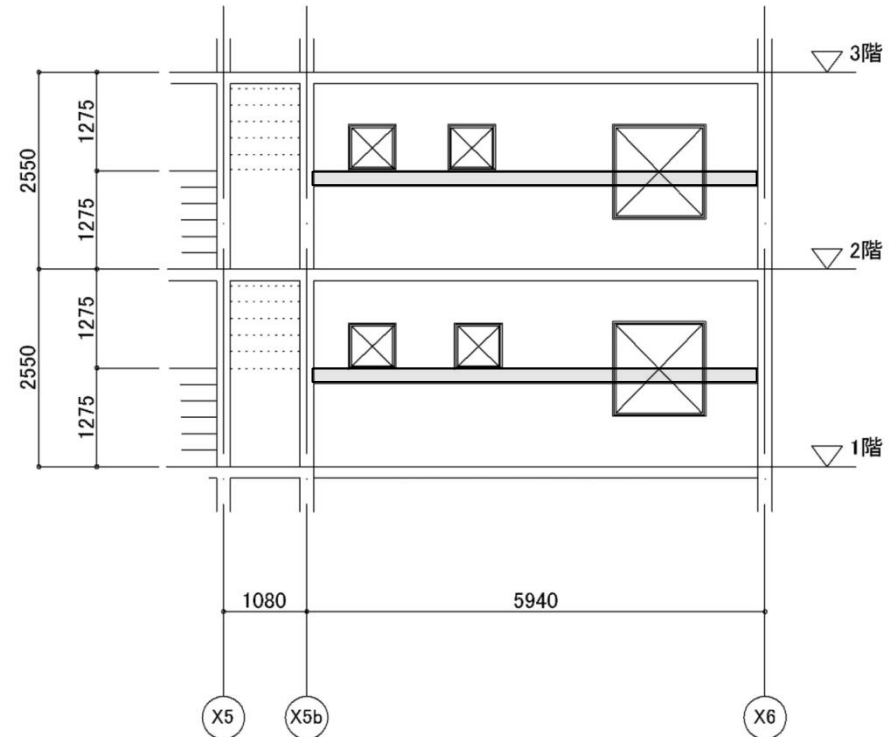
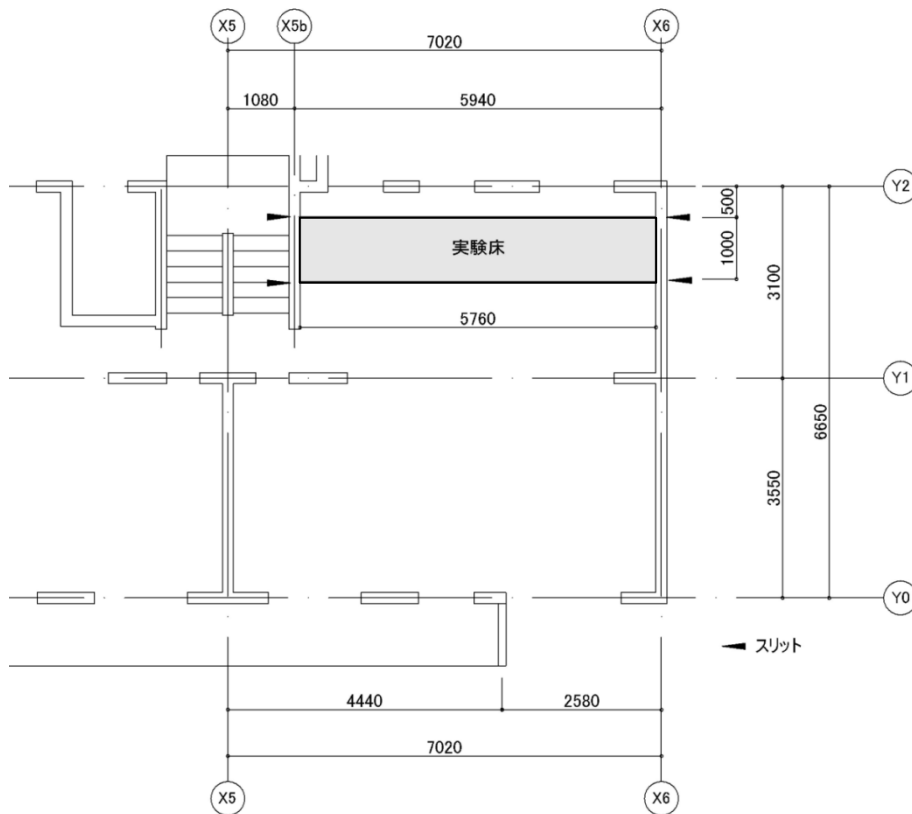


片持ちスラブ先端のたわみ量

2-2)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

試験体形状

持続的載荷
(実験継続中)



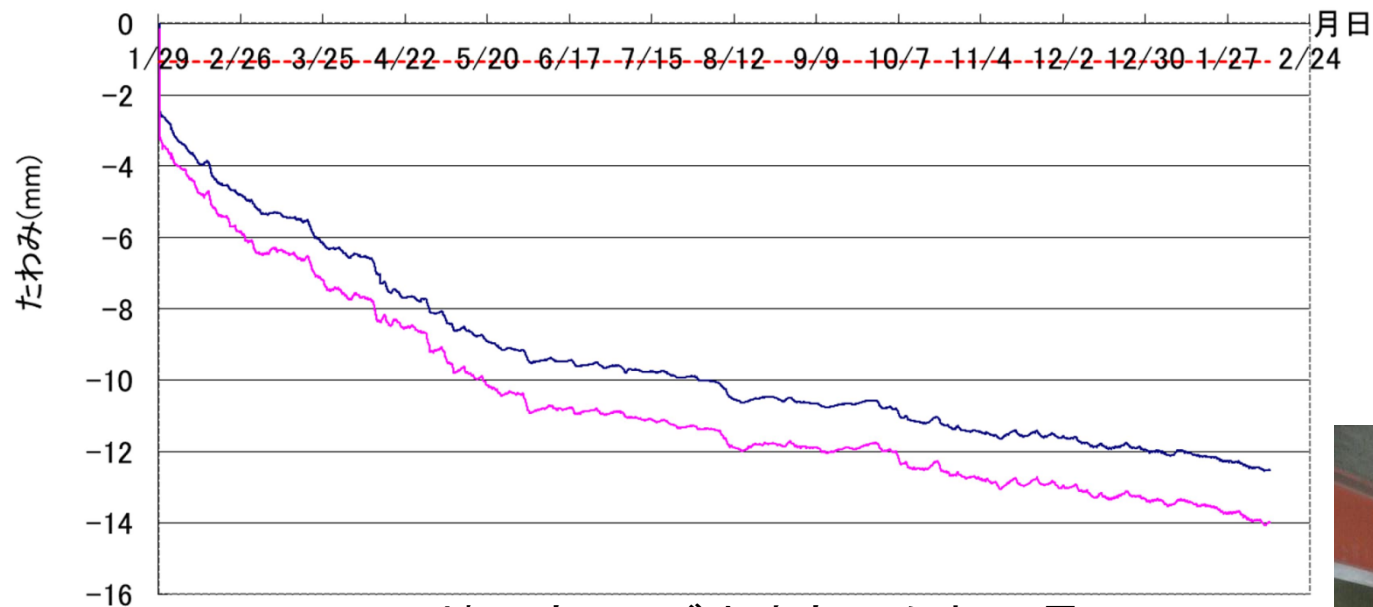
接着系あと施工アンカー定着試験体(2階201号室)
標準定着試験体(1階101号室)

■ 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

2-2)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



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
- : RC造(先付け鉄筋使用)
- - - : 弾性たわみ量計算値



(3)あと施工アンカーの 施工品質管理(監理)に関する検討

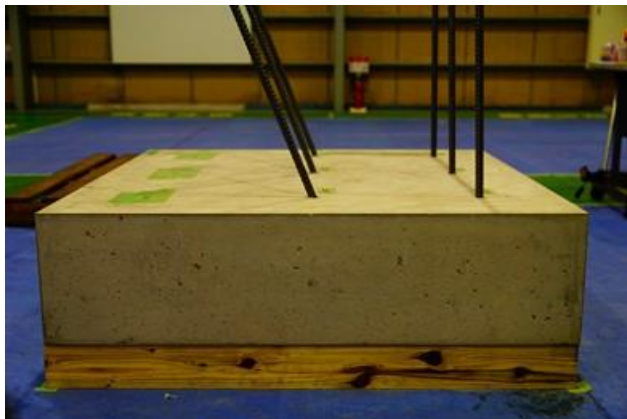
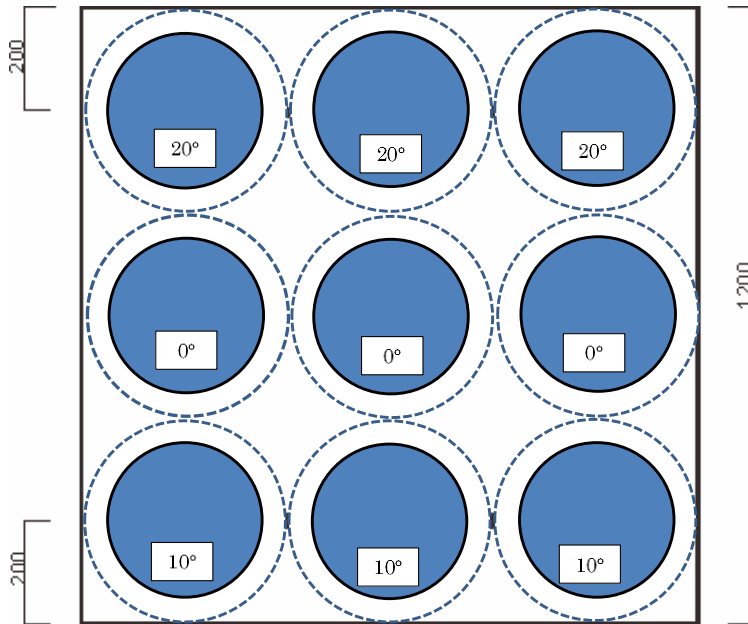
3-1)あと施工アンカーを用いた 構造部材の審査要領(案)の作成

接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の審査項目(抜粋)

審査項目	内容
5 施工指針	(a) 全体工事体制
	(b) 接着系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(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)
	(e) 接着系あと施工アンカー工事着手前の調査関係
	(f) 接着系あと施工アンカー工事着手前の試験
	(g) 接着系あと施工アンカー工事施工計画
	(h) 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)
	(i) 接着系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) 接着系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

3-2)傾斜したアンカーの短期引張・せん断試験

試験体形状



■ 検証項目

0°, 5°, 10°, 15°, 20°

- ・コーン引張耐力
- ・引張剛性



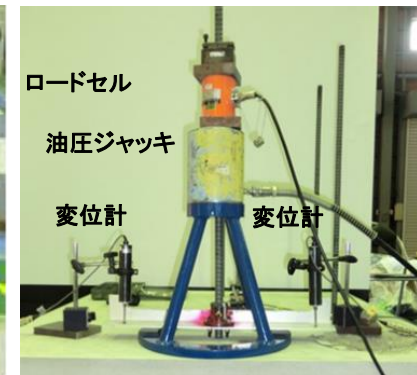
穿孔状況



アンカー固定治具



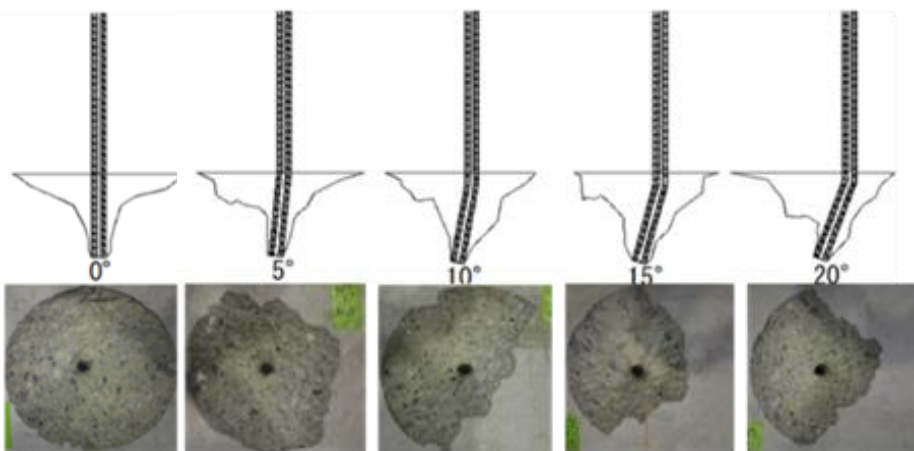
台直し状況



加力・測定状況

3-2) 傾斜したアンカーの短期引張・せん断試験

破壊状況 (コーン状破壊)

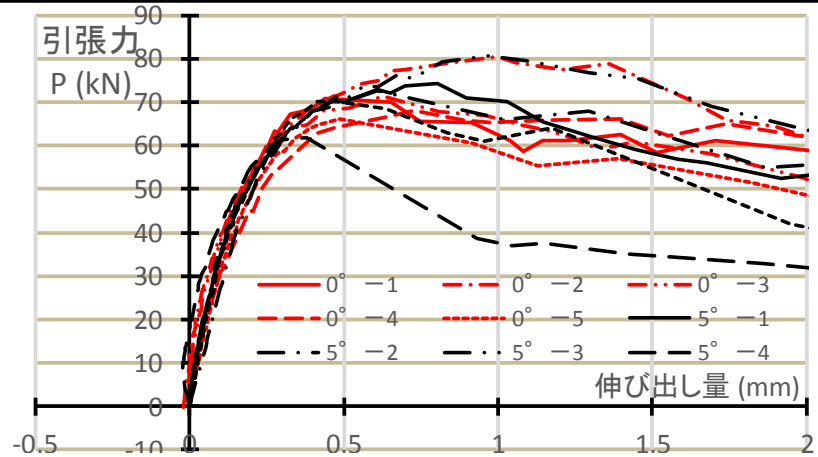


0° 5° 10° 15° 20°

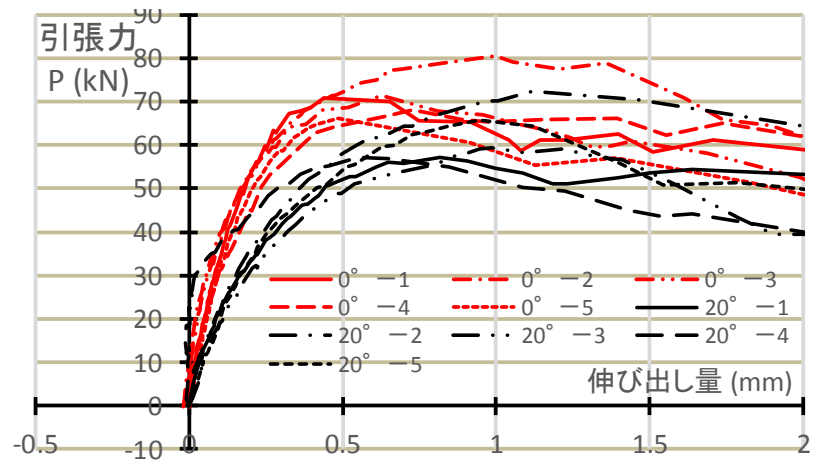


0° 20°

引張力と伸び出し量の関係

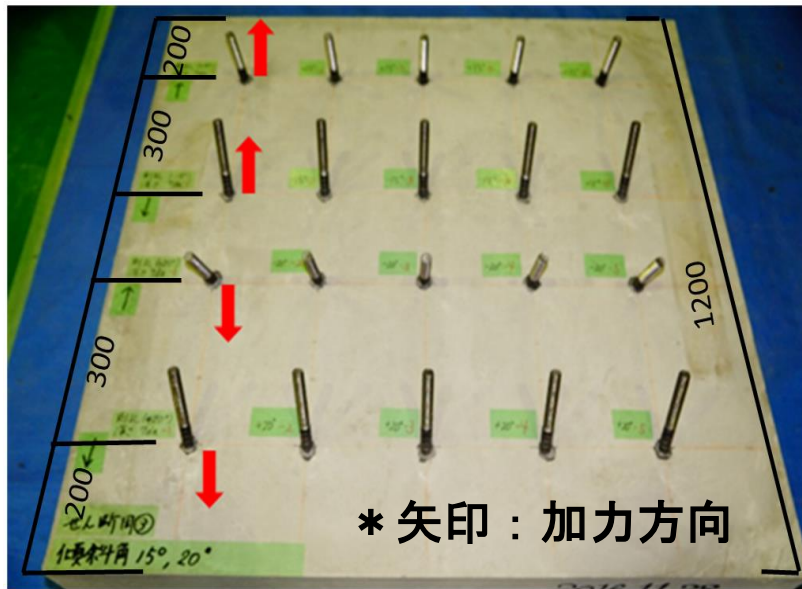


0° と5° の比較

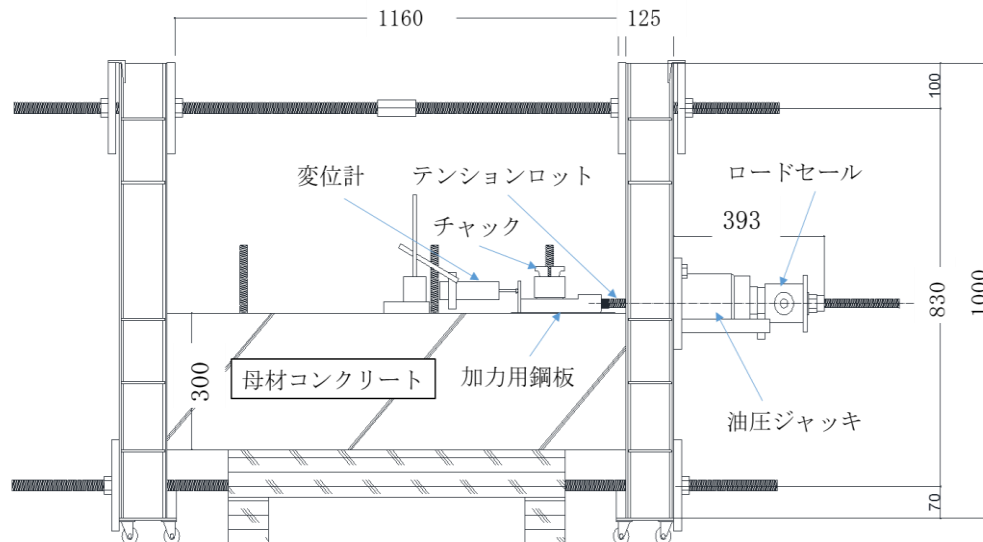
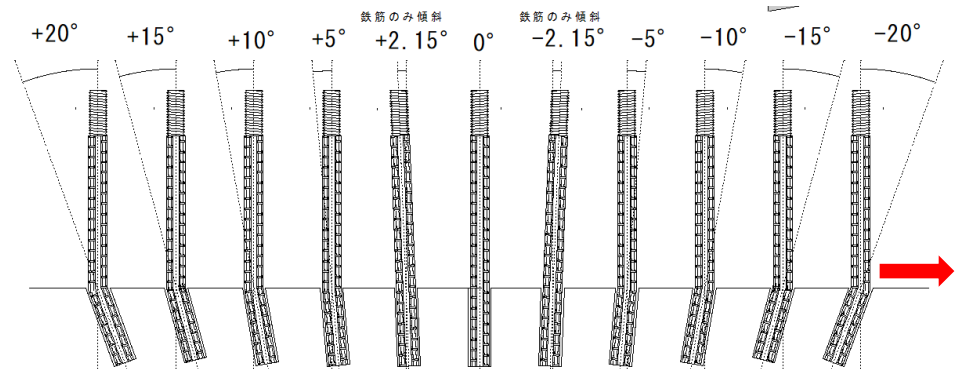


0° と20° の比較

3-2) 傾斜したアンカーの短期引張・せん断試験



- 検証項目
 0° , $\pm 5^\circ$, $\pm 10^\circ$, $\pm 15^\circ$, $\pm 20^\circ$
 ・せん断降伏
 ・せん断剛性



加力・計測状況

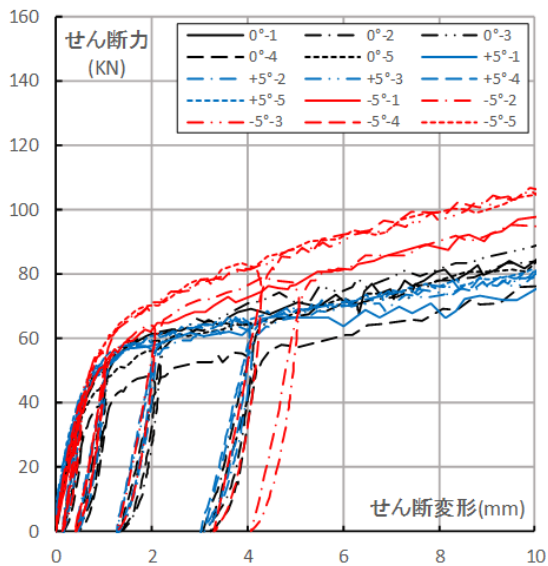
3-2)傾斜したアンカーの短期引張・せん断試験

破壊状況(支圧破壊状況)

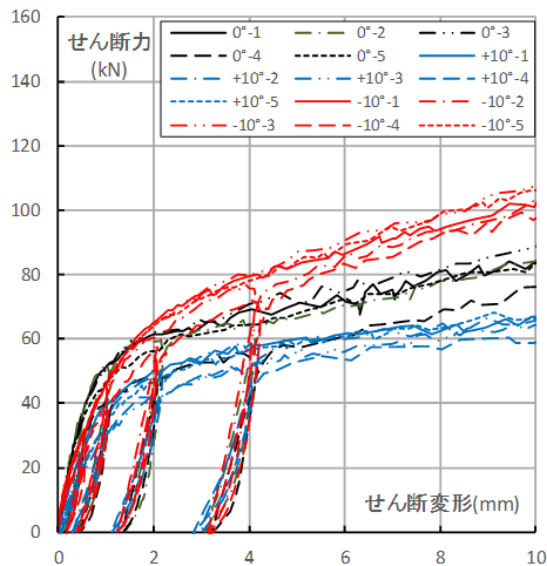


0° +5° +10° +15° +20° 0° -5° -10° -15° -20°

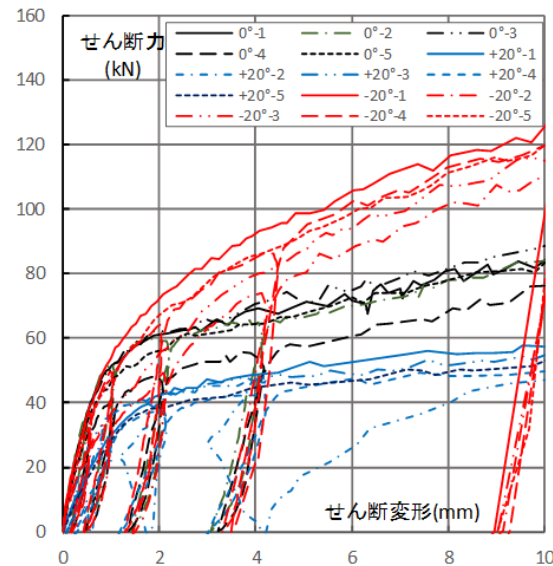
せん断力とせん断変形の関係



0° と±5° の比較



0° と±10° の比較

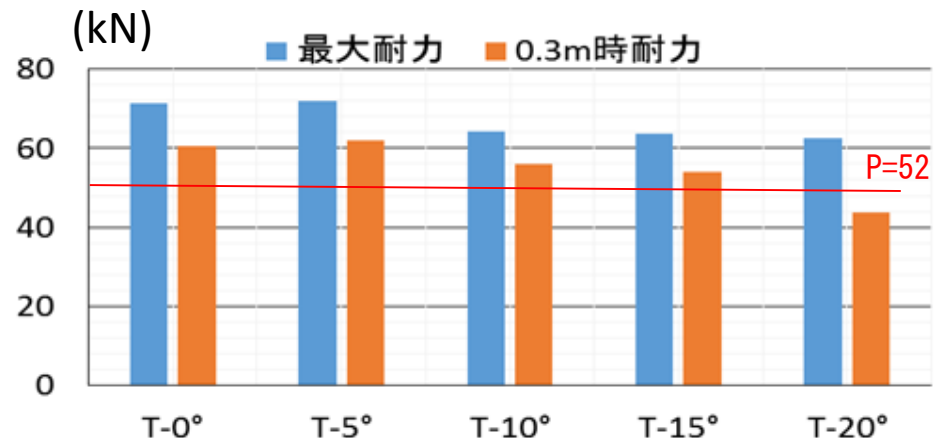


0° と±20° の比較

3-2)傾斜したアンカーの短期引張・せん断試験

引張試験結果より

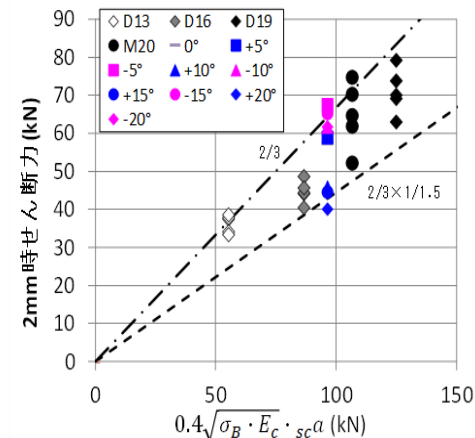
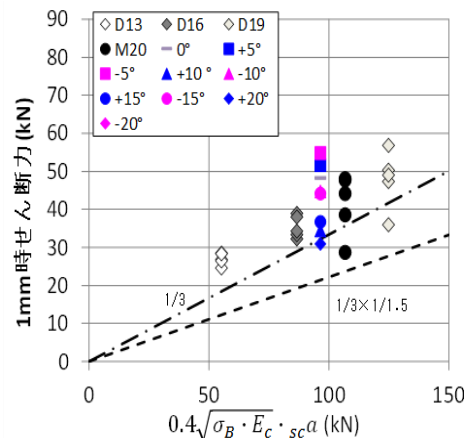
傾斜角が 5° を超えると、傾斜角が大きくなることにより、コーン破壊耐力が小さくなり、破壊時までの引張剛性が小さくなる傾向が見られる。



最大, 0.3mm時の引張耐力の比較

せん断試験結果より

長期, 短期荷重レベルの同一変形時の耐力(せん断剛性)は、傾斜角および角度の大きさにより変化する傾向が見られる。



1mm, 2mm時のせん断耐力の比較

まとめ

傾斜角が 5° を超える施工の可能性を設計に考慮する必要がある。

3-3)樹脂の充填状況の非破壊試験

長期荷重を負担するあと場合の施工方法の特徴

	(耐震改修などの従来の使用例)		(長期で想定される使用例)
施工方式	: カプセル方式	→	注入方式
埋込み長さ	: 7~12da (110~270mm)	→	20~30da以上 (260~480mm以上)

非破壊試験のポイント:

➤ 埋込み長さ

- × アンカー筋の挿入長さ不足(特に上向き施工)

➤ 接着剤の充填状況

- × 奥側のみ充填(樹脂量不足)
- × 手前のみ充填(施工手順不良・技量不足)

3-3)樹脂の充填状況の非破壊試験

埋込み長さ:

- 超音波パルス反射法
→ 精度よく推定することが可能

充填状況:

- 打音法(スペクトル評価)
→ 充填の良否を評価できる可能性
- 弾性波法(到達時間評価)
- 電磁波レーダ法
→ 部材の条件により、充填状況を評価可能

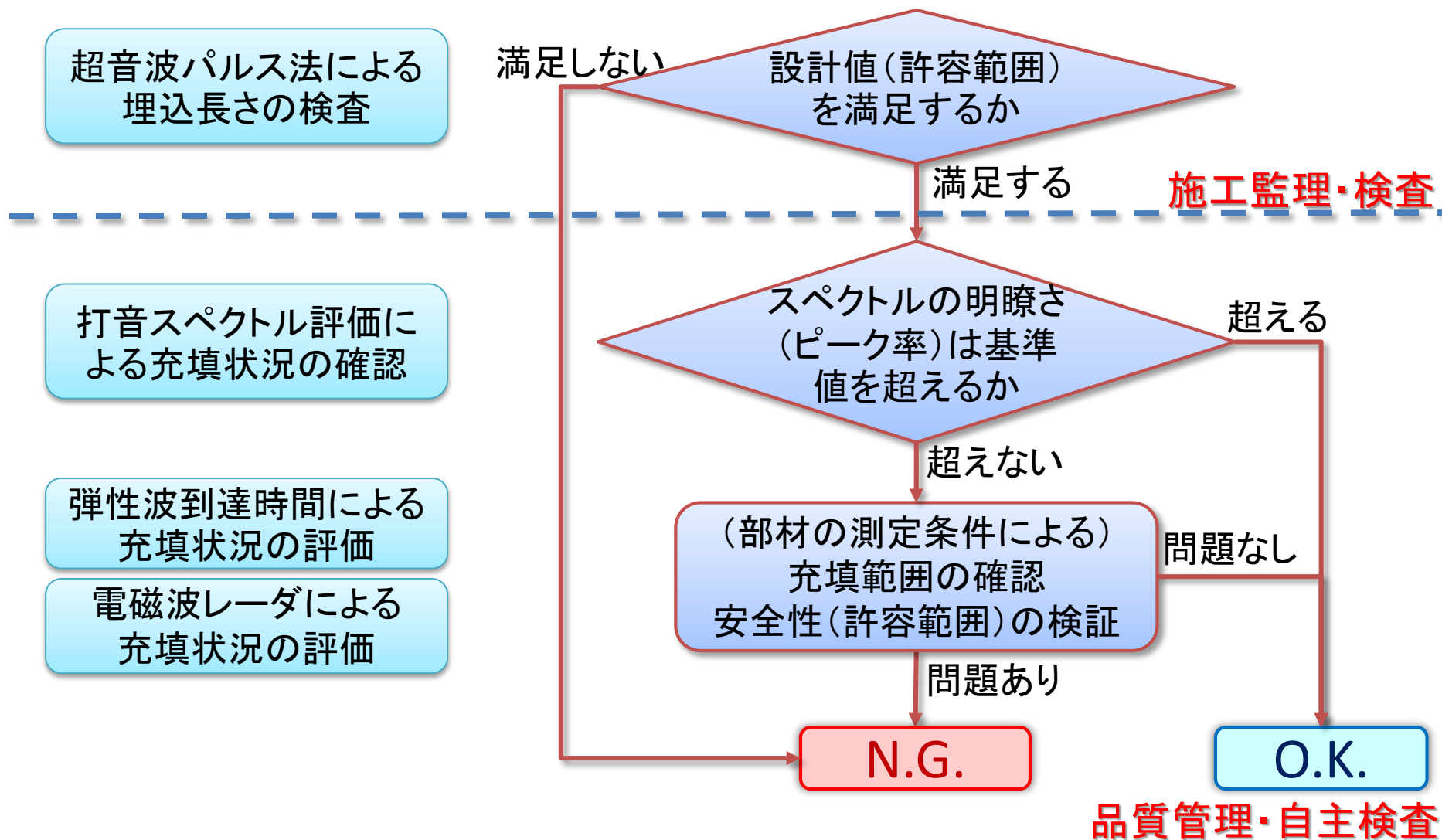


パルス反射法による測定状況



打音によるスペクトルの比較 38

3-3) 樹脂の充填状況の非破壊試験



成果のまとめ

成果のまとめ

あと施工アンカーを構造部材に適用する場合に必要な項目を挙げ、それぞれ必要な検討事項をまとめた。

(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に関する検討

- 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燃焼試験方法を提案した。

成果のまとめ

あと施工アンカーを構造部材に適用する場合に必要な項目を挙げ、それぞれ必要な検討事項をまとめた。

(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

- スラブ試験体の長期載荷実験を継続した。

(3)あと施工アンカーの施工品質管理(監理)に関する検討

- 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、傾斜角が 5° を超える施工の可能性を設計に考慮する必要があることを提案した。
- アンカー筋の埋込長さ、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。

今後の検討事項

今後の検討事項

- (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
 - ・長期クリープ試験を継続
 - ・長期クリープ試験の温度依存性に関する実験
 - ・樹脂の検査方法に関する検討

- (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
 - ・スラブ試験体の長期載荷実験を継続
 - ・スラブ試験体の最終加力実験

- (3)あと施工アンカーの審査要領(案)の作成に向けた技術資料のとりまとめ

- (4)あと施工アンカーの施工監理指針の作成に向けたとりまとめ