

接着系あと施工アンカーの耐久性に関する 評価方法の検討

井口 重信*

概要 中央自動車道笹子トンネルでの天井板崩落事故以降、接着系あと施工アンカーの耐久性に関する性能の確認方法が課題となっている。道路系では金属系アンカーを主として使うこととなったが、鉄道系では列車走行に伴う振動等の影響を考慮し接着系アンカーを用いることが多い。欧米では、接着系アンカーの耐久性の評価方法について一部標準化されているものの、その試験方法の詳細や試験結果については非公表のものが多い。そこで、接着系あと施工アンカーの耐アルカリ性およびクリープ特性について、欧米の試験方法を参考に検討を行った。その結果、試験方法の差異により試験結果への影響があるものの、一定の評価が可能であることが分かった。

キーワード：接着系あと施工アンカー、耐久性、耐アルカリ性、クリープ

1. はじめに

1.1 背景

2012年12月、中央自動車道笹子トンネルにおいて天井板崩落事故が発生した。トンネル天井板落下事故に関する調査・検討委員会の報告¹⁾では、あと施工アンカーの定着長不足のほか、充填剤の経年による劣化についても事故原因の一つとして取り上げている。土木学会からは2014年3月に「コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工指針(案)²⁾」が発刊され、「本編」では耐久性等の性能を確認した上で使用してよいこととされているが、その確認方法については明記されていない。「標準編」では適用範囲が制限されており、実務上は比較的簡易なアンカーにのみ適用が限られており、長期持続荷重を受ける箇所については適用範囲外となっている。道路関係においては、事故以降、長期に引張荷重がかかるような箇所については、原則、金属系アンカーを用いることとなっている。鉄道関係では、従前から、列車走行に伴う振動の影響を受けやすいことから、金属系アンカーではなく接着系アンカーを優先して使うことが多いのが現状である。

耐久性に関する基準については、JR東日本では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」の基準により充填剤の耐アルカリ性を確認することを規定してきたが、この基準は不飽和ポリエステル樹脂を対象としたものであり、他の材料を対象としたものではなく、他の材料で耐アルカリ性に劣る材料があった場合には判別が難しい。また、欧州ではETAG³⁾、米ではACI⁴⁾などで、接着系あと施工アンカーの耐アルカリ性やクリープ特性についての基準が存在するが、その試験方法や各材料の試験結果などについては非公表のものが多い。

そこで、これら欧米の基準を参考に接着系あと施工アンカーの耐アルカリ性およびクリープ特性に関する評価方法について検討を行ったので、以下にその概要を記す。

2. 耐アルカリ性に関する検討

2.1 試験概要と試験パラメータ

ETAGによれば、耐アルカリ性の評価方法はアンカー筋を打設した試験体を、30mm厚さに切り出した試験片をアルカリ性溶液に2000時間浸漬後、アンカー筋部分の押抜き耐力で評価することとしている。

この試験方法を基準に、材料種別および充填方法の異なるあと施工アンカー6種を選定し、耐アルカリ性試験を実施した。充填剤の種別を表-1に示す。なお、A~Cの充填剤種別は後述するクリープ試験と同一である。試

表-1 充填剤の種類

製品	A	B	C	D	H	I
充填剤の種類	エポキシアクリレート	ビニルエステル	エポキシ	アクリル	エポキシアクリレート	エポキシ
充填剤の主成分	エポキシアクリレート プレポリマー	変性ビニルエステル	ビスフェノール A型エポキシ樹脂	変性アクリル樹脂	エポキシアクリレート オリゴマー	ビスフェノール A型エポキシ樹脂
充填方式	カプセル	カプセル	注 入	注 入	カプセル	注 入

* いぐち・しげのぶ/東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター (正会員)

験のパラメータは充填剤種類、充填剤の施工方法の他、試験結果に影響を与えられる、押抜き試験時の拘束径、押抜き試験時の試験片の湿潤・乾燥などとした(表-2)。

2.2 試験方法

(1) 試験体の製作

試験体の形状を図-1に示す。試験体は、紙製ボイド管にコンクリートを打込んで製作し補強鉄筋等は配置していない。コンクリート強度は一般的に用いられる対象構造物を想定し設計基準強度24N/mm²とした。試験体高さは、アンカー筋が打設可能な定着長を確保し210mmとし、後述する試験片12枚を確保するため各パラメータとも3体製作した。アンカー筋は、試験体中央にハンマドリルを用いて下向きに穿孔したのち、下向きに打設した。アンカー筋にはM12(SNB7)を用いた。充填剤の硬化後、コンクリートカッターで約30mmの厚さに切断し、試験片を作製した。試験片は、アルカリ溶液に浸漬するものを「浸漬試験片」、アルカリ溶液には浸

表-2 試験パラメータ(耐アルカリ性)

試験体名	拘束径φ(mm)	浸漬・暴露	湿潤・乾燥
AL 2-1	17	暴露	-
AL 2-2	17	浸漬	湿潤
AL 2-3	25	暴露	-
AL 2-4	17	浸漬	乾燥

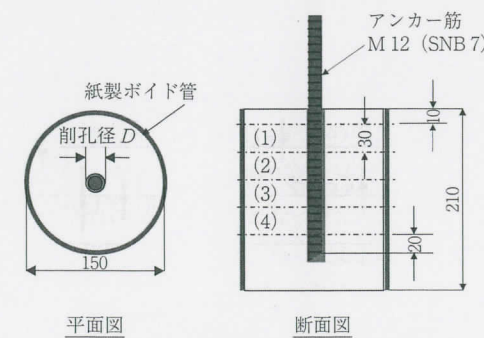


図-1 試験体形状(耐アルカリ性試験)

漬せずに同一温湿度環境下で保管するものを「暴露試験片」とし、それぞれ充填剤ごとに12枚を用意した。

(2) 水酸化カリウム溶液への浸漬

浸漬用試験片は、水酸化カリウム溶液に2000時間浸漬した。水酸化カリウム溶液はpH13.2になるように作製し、浸漬期間中はpH13.2±0.2となるように管理した。アルカリ溶液槽は室温20±5℃、湿度60±5%の恒温湿環境下に保管し、暴露試験片についても同じ恒温湿環境下で保管した。試験片のアルカリ溶液への浸漬状況を写真-1に示す。

(3) 押抜き試験

2000時間アルカリ溶液に浸漬した「浸漬試験片」、および恒温湿環境下で暴露した「暴露試験片」は、図-2に示すように、万能試験機を用いて中央部のアンカー筋部分を押抜いて耐力等を評価した。試験片には、あらか

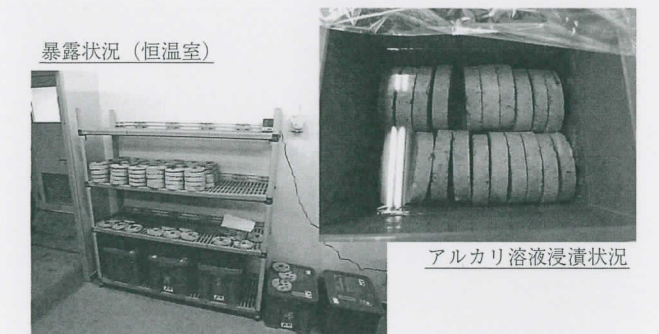


写真-1 アルカリ溶液への浸漬状況

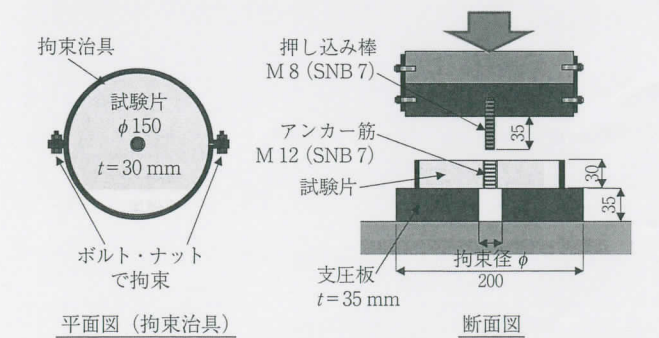


図-2 押抜き試験方法

A Study of Methods to Evaluate the Durability of Post-Installed Bonded Anchors

By S. Iguchi

Concrete Journal, Vol.54, No.3, pp.260~267, Mar. 2016

Synopsis Since an accident involving the collapse of ceiling slabs in the Central Nippon Expressway Sasago Tunnel, the method used to verify the durability performance of post-installed bonded anchors has been an issue. Metallic anchors are the main type of anchors used for road applications, whereas bonded anchors are often used for railway applications based on consideration of the effect of the vibrations caused by train traffic. Although the US and Europe have some standards for bonded anchor durability evaluation methods, a significant amount of data regarding test methods and test results has not been made public. In this context, the author conducted an investigation of Western test methods related to the alkali resistance and creep properties of post-installed bonded anchor. This investigation revealed that while differences among test methods affect test results, a certain degree of assessment is possible.

Keywords : post-installed bonded anchor, durability, alkali resistance, creep

はじめ拘束治具を取り付け、トルクレンチにて緊結し載荷中に試験片が割裂しないように配慮した。試験片下部には、拘束径 $\phi=17\text{ mm}$ もしくは 25 mm の孔を設けた支圧板を設置してアンカー筋部分を押し抜いた。

2.3 試験結果

(1) 破壊形態の分類

試験片の破壊形態の例を写真-2に示す。なお、支圧板の孔径の差異による破壊形態の差異については後述することとし、ここでは、孔径が 17 mm のものについてのみ述べる。試験片の破壊形態を大別すると、試験片が割裂せずにアンカー筋部分が抜出した付着破壊(a)と、試験片が割裂してアンカー筋が抜出した割裂破壊(b)に分けられる。後者には、試験後に試験片を拘束している治具をはずした時に割裂が確認されたものも含んでいる。なお、以降の耐力評価では、この割裂破壊(b)の分類となったものは除いている。また、付着破壊(a)は、充填剤とアンカー鋼材の界面で抜出した凝集破壊(a-1)と、

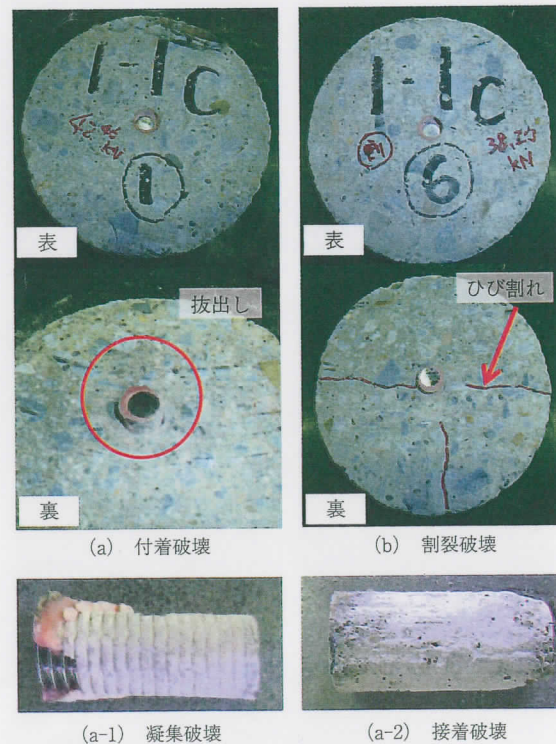


写真-2 破壊形態の分類

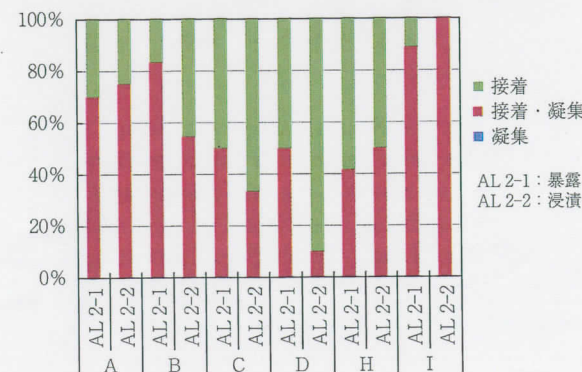


図-3 破壊形態の割合

充填剤とコンクリート界面で抜出した接着破壊(a-2)、およびその両者を含んだ接着・凝集破壊に細分化することが出来る。

各パラメータでの破壊形態の割合を図-3に示す。破壊形態の割合は、割裂破壊した試験片については除いてある。いずれの充填剤においても、凝集破壊のみで破壊したものは見られなかったが、暴露試験片であるAL 2-1を見ると、充填剤Hでは約40%が接着・凝集破壊であるのに対し、Iでは約90%が接着・凝集破壊となっており、充填剤の種類により、接着破壊をしやすいものと凝集破壊をしやすいものと傾向が異なることが分かる。これは、充填剤のせん断強度と充填剤とコンクリートとの接着強度のどちらが相対的に高い材料であるかを示す、いわば充填剤ごとの固有の特徴と捉えることが出来る。アルカリ溶液に浸漬したAL 2-1と気中で暴露したAL 2-2を比較すると、Dにおける変化が最も大きく、接着・凝集破壊の割合が約50%から約10%まで低下しており、本試験により充填剤のせん断強度が低下し、接着破壊しやすい状況になったものと推定される。

(2) 最大付着応力度および初期剛性

各試験体の最大付着応力度を図-4に、初期剛性を図-5に示す。最大付着応力度は、最大荷重値を各試験片のアンカー筋の長さとし、削孔径による算出される円周とを乗じた周面積で除して算出したものである。初期剛性は、試験結果から得られた付着応力-ひずみ関係から、付着応力度 2.0 N/mm^2 から最大付着応力度の1/3までの割線

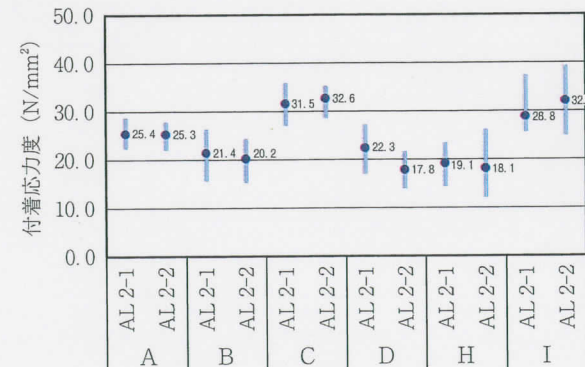


図-4 最大付着応力度

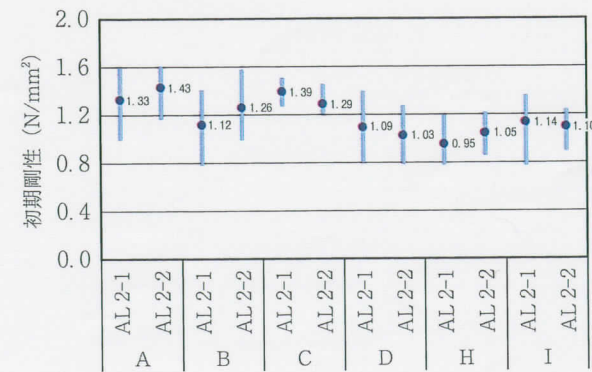


図-5 初期剛性

表-3 耐アルカリ性の評価

	A	B	C	D	H	I
残存強度比	1.0	0.94	1.03	0.80	0.95	1.11
初期剛性比	1.08	1.13	0.93	0.94	1.10	0.97
破壊形態の変化率 (%)	5.0	28.8	16.7	40.0	8.3	11.1

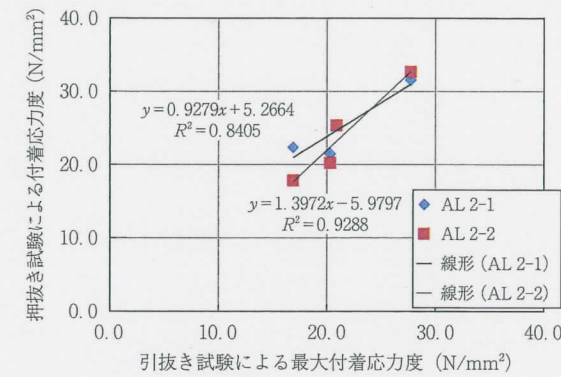


図-6 押抜き試験と引抜き試験の比較

剛性で算出したものである。

CやIは最大付着応力度が高く、Cはばらつきも小さかった。初期剛性については、AやCが高く、総じて最大付着応力度に比較してばらつきが大きかった。

(3) 耐アルカリ性の評価

表-3に暴露試験片AL 2-1と浸漬試験片AL 2-2の最大付着応力度の比(以下、残存強度比)、初期剛性の比(以下、初期剛性比)、および破壊形態の変化率を示す。破壊形態の変化率は、図-3におけるAL 2-1とAL 2-2における破壊形態の割合の差分を示す。

残存強度比ではDのみ0.8となりその他は0.9以上となった。初期剛性比ではいずれの充填剤も0.9を上回る結果となった。破壊形態の変化率ではDのみ40%となり、その他は30%以下となった。このことから、今回の試験の範囲では、Dについては本耐アルカリ性試験による何らかの影響があったと考えられる。ただし、Dについては、試験結果のばらつきも多く、耐アルカリ性に劣る材料であったかどうかは今後検討の余地がある。

2.4 試験方法の検証と課題

(1) 静的引抜き試験との比較

2.2で述べた耐アルカリ性の試験方法では、充填剤の付着性能を、アンカー筋部分を押し抜いたときの付着力で評価をしている。一方、実際のあと施工アンカーでは、アンカー筋部分には引張力が作用する場合が大半であり、実現象を再現しているかどうか疑問が残る。そこで、別途実施した静的引抜き試験の結果との比較を行った。静的引抜き試験は、定着長を削孔径 ϕ の5倍確保し、アンカー筋周囲を拘束した状態で静的に引き抜いて行ったものである。図-6に静的引抜き試験により得られた最大付着応力度と、押抜き試験により得られた最大付着応力度との関係を示す。静的引抜き試験については

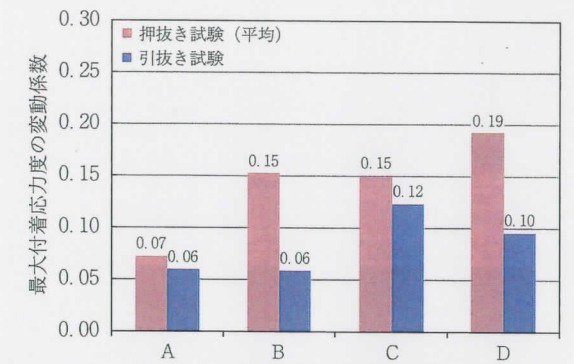


図-7 最大付着応力度の変動係数

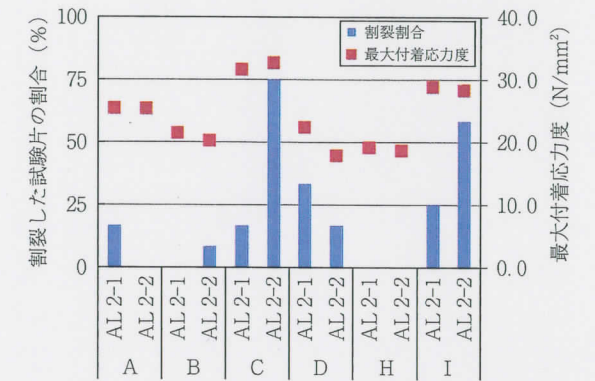


図-8 割裂試験片の割合と最大付着応力度

拘束径を 25 mm で実施したため、押抜き試験の結果よりも付着強度が小さくなる傾向が見られたが、両者には相関が見られた。このことから、押抜き試験によっても引抜き状態の付着強度の評価は可能だと考えられる。

静的引抜き試験と押抜き試験の最大付着応力度の変動係数を図-7に示す。充填剤により変動係数の差異はあるが、いずれの充填剤でも押抜き試験のほうが静的引抜き試験よりも変動係数が大きく、ばらつきの大きい結果となった。この点は、この試験方法の精度の差と考えられ、今後の改善が望まれる点である。

(2) 割裂した試験片の取り扱いについて

これまでの試験結果の整理では、ETAGでの評価方法に準拠し、割裂した試験片の結果は除外して行った。しかし、試験体によっては割裂した試験片が多く発生し、評価可能試験片数が少なくなったものもあった。割裂した試験片の割合と最大付着応力度の関係を図-8に示す。最大付着応力度が 25 N/mm^2 を超えるCやIについては割裂した試験片の割合が多く、最大付着応力度が 20 N/mm^2 程度以下のその他の試験片については割裂した試験片の割合が少なかった。付着応力が高い充填剤に対しては、今回の試験方法で評価するには非常に多くの試験片を必要とするため、試験方法の改善が必要だと思われる。

(3) 拘束径の影響

写真-3に試験片下側の支圧板の孔径を 17 mm にしたAL 2-1と、 25 mm にしたAL 2-3の破壊形態の比較を

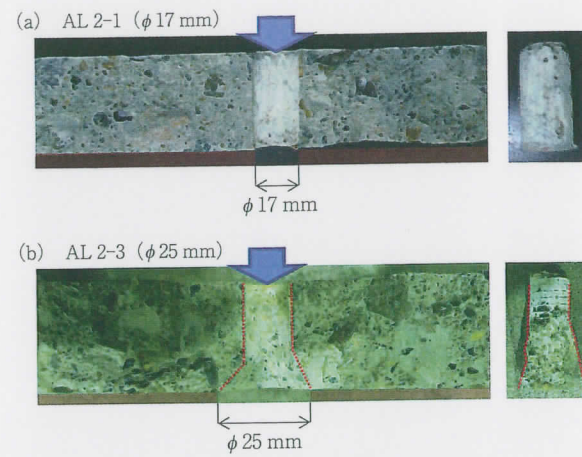


写真-3 拘束径の差による破壊形態の違い

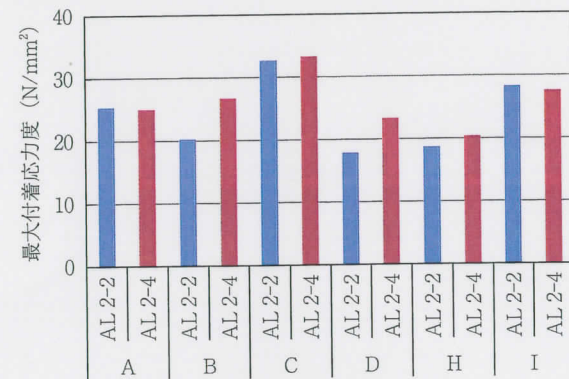


図-9 試験片の乾燥・湿潤の影響

示す。AL 2-1 はアンカー筋のほぼ全長にわたり付着破壊をするのに対し、孔径が 25 mm のものは試験片の下側が支圧板孔径に向かってコーン破壊をする破壊形態となった。充填剤の付着性能を精度良く評価するには、支圧板の孔径をなるべく小さくしコーン破壊部分が生じないようにするのが良いと思われる。

(4) 試験片の乾湿の影響

浸漬試験片については、アルカリ溶液から取り出した直後は試験片が湿潤状態となる。そのため、アルカリの影響以外にも湿潤状態である影響が考えられるため、取り出し直後の押抜き試験を行った AL 2-4 と、取り出し後十分に乾燥させてから押抜き試験を行った AL 2-2 で比較を行った (図-9)。乾燥は 2000 時間の浸漬の後、暴露試験片と同一の室温環境下に静置し、試験片重量の変化がなくなるまで約 1 週間行った。A, C などほとんど差が生じなかったが、B や D などでは AL 2-2 よりも AL 2-4 のほうが最大付着応力が大きくなり、乾湿の影響が見られた。耐アルカリ性の影響だけを見るなら、浸漬後、暴露試験片と同様な状態まで乾燥させたのちに試験を行うほうが良いと思われる。

3. クリープ特性に関する検討

3.1 試験概要と試験パラメータ

ETAG によれば、クリープ特性の評価は、アンカー

表-4 試験パラメータ (クリープ試験)

試験体	拘束径 φ (mm)	クリープ荷重/基準荷重	温湿度	充填剤		
				A	B	C
SU 1-1 SU 1-2	25	0.55	室内	○	○	○
SU 2-1 SU 2-2	150	0.55	室内	○	○	○
SU 3	150	0.55	20℃ 60%	○		○
SU 7	150	0.45	室内	○		○
SU 8	150	0.70	室内	○		○
SU 9	150	0.90	室内	○		○

※充填剤の種類 A~C の諸元は表-1 と同じ

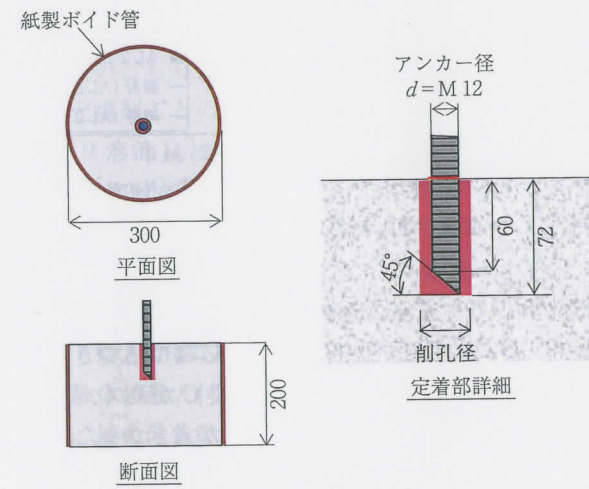


図-10 試験体の形状

筋を打設した試験体に一定荷重を一定期間以上載荷し続け、その間の拔出し量や載荷後に実施する静的引抜き試験における最大荷重などにより評価することとしている。

ここでは、充填剤の種類、クリープ荷重、温湿度条件、支圧板の拘束径 φ をパラメータとして試験を行った。試験パラメータを表-4 に示す。なお、SU 1-1 と SU 1-2、SU 2-1 と SU 2-2 は同一の諸元である。また、充填剤の種類 A, B, C の諸元については表-1 に示すものと同一である。

3.2 試験方法

(1) 試験体

試験体の形状を図-10 に示す。試験体は、紙製ポイド管に打込んだコンクリートの中央に、ハンマードリルを用いて下向きに穿孔した後、下向きにアンカー筋を打設したものである。コンクリート強度は、後述する基準荷重を求める試験時 (材齢 1.5 カ月) で 28.9 N/mm²、クリープ載荷試験後の引抜き試験時 (材齢約 4.5 カ月) で 34.0 N/mm² であった。

(2) 試験方法

クリープ載荷試験時に載荷する荷重の基準となる荷重 (以下、基準荷重) を定めるために、図-11 に示す試験装置を用いて静的引抜き試験を各 3 体以上実施し、その最大荷重の平均値を基準荷重とした。

クリープ載荷試験装置の概要を図-12 に、クリープ載

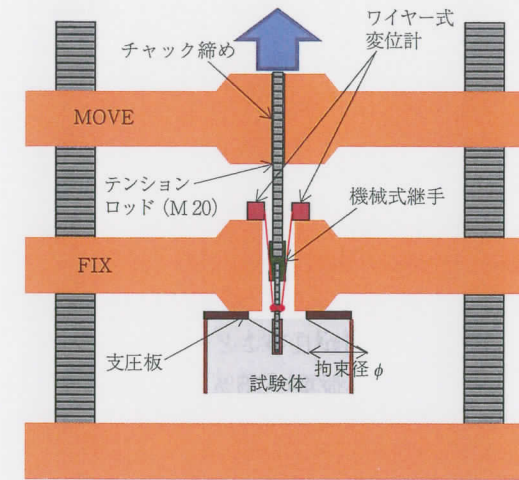


図-11 静的引抜き試験装置

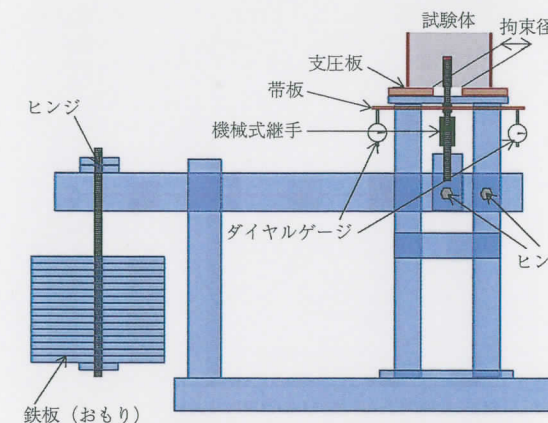


図-12 クリープ載荷試験装置



写真-4 クリープ載荷試験状況

荷試験状況を写真-4 に示す。この装置は、載荷梁の支点からのスパンの差により、アンカー筋にはおもりの 10 倍の引抜き力が載荷されるものである。

クリープ載荷荷重 P_{sust} は、基準荷重の 55% を基本とし、45%、70%、90% などの荷重を 90 日間載荷した。載荷中は、アンカー筋の根本付近に固定した帯鋼板の変位を 2 個のダイヤルゲージで計測しその平均を取ることでアンカー筋の拔出し量とした。90 日間のクリープ荷重載荷終了後、静的引抜き試験を行い、残存耐力を求めた。

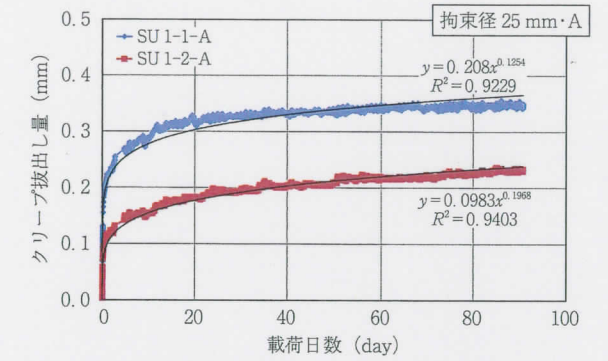


図-13 クリープ載荷中の拔出し量の推移 (拘束径 25 mm)

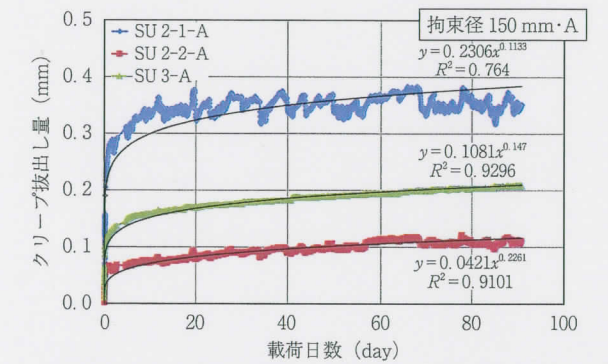


図-14 クリープ載荷中の拔出し量の推移 (拘束径 150 mm)

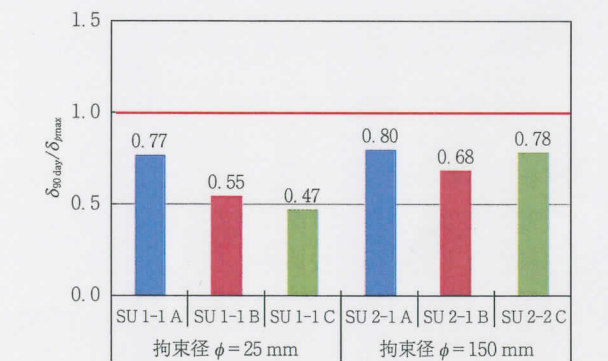


図-15 クリープ載荷 90 日時の拔出し量と静的引抜き試験最大荷重時の拔出し量の関係

3.3 試験結果

(1) クリープ荷重載荷中の拔出し量の推移

拘束径 25 mm (SU 1-1 A, SU 1-1 B) および拘束径 150 mm (SU 2-1 A, SU 2-2 A) の試験体のクリープ荷重載荷中におけるクリープ拔出し量の推移を図-13 および図-14 に示す。ここで、クリープ拔出し量とは、クリープ載荷荷重を載荷した直後からの拔出し量を表したものである。なお、図には載荷年数の累乗で近似した曲線も合わせて示す。また、図-14 には後述する 20℃ 60% の恒温室内でクリープ載荷を行った SU 3-A の結果についても合わせて示す。

クリープ拔出し量は、どの試験体も載荷年数の累乗近似の曲線と高い相関が見られた。しかし、SU 1-1 A と SU 1-2 A, SU 2-1 A と SU 2-2 A 等の同一試験条件でもクリープ拔出し量には大きな差があり、試験のばらつ

きが大きい結果となった。

(2) クリープ載荷 90 日時の拔出し量

図-15 にクリープ載荷 90 日時の拔出し量 $\delta_{90\text{day}}$ と基準試験における各試験体の最大荷重時の拔出し量の平均値 $\delta_{p\text{max}}$ の比を示す。

いずれの試験体も 90 日時点では脱落してはおらず、 $\delta_{90\text{day}}$ は $\delta_{p\text{max}}$ には達していなかったが、大きいものでは $\delta_{p\text{max}}$ の 80% まで達していた。拘束径が 25 mm のものと 150 mm のもので比較すると、いずれも拘束径が大きいものほど拔出し量は大きく、アンカー筋周囲のコンクリートの変形分が現れていることが分かる。

(3) クリープ載荷試験後の残存耐力

図-16 にクリープ載荷試験後の静的引抜き試験における最大荷重 $P_{90\text{day}}$ と基準荷重 P_{max} の比を示す。

いずれの試験体においても $P_{90\text{day}}$ は P_{max} を上回り、クリープ載荷により付着力が低下するようなものは見られなかった。基準試験を行ったときとクリープ載荷試験後の静的引抜き試験を行ったときで、コンクリート強度や充填剤の材齢が異なるためそれらの強度増進の影響も考えられるが、この点については今後検証する予定である。

3.4 試験方法の検証と課題

(1) 温湿度の影響

20℃ 60% の恒温室内でクリープ載荷を行った SU 3-A と、温湿度変化の影響を受ける室内環境下でクリープ載荷を行った SU 2-1 A、SU 2-2 A のクリープ拔出し量の推移を図-14 に示す。SU 3-A については、温湿度の変動影響を受けず累乗近似の曲線との相関が非常に良かった。一方、SU 2-1 A などは温湿度の影響を受けてデータの変動があり累乗近似の曲線との相関は劣るが、90 日間の傾向から拔出し量の近似式を導出するのであれば、温湿度を制御しない室温環境下で行っても、実用上は問題ないと思われる。

(2) 拘束径の影響

図-16 より、クリープ載荷後の引抜き試験時最大荷重 $P_{90\text{day}}$ と基準荷重 P_{max} の比では、拘束径による優位な差は見られない。

90 日間のクリープ載荷試験から得られたクリープ拔出し量の近似曲線から予測した基準荷重に達するまでのクリープ載荷年数の予測値を図-17 に示す。いずれの試験体においても、拘束径が 25 mm の SU 1 よりも拘束径が 150 mm の SU 2 のほうが基準荷重に早く到達する結果となった。これは、アンカー筋周囲にあるコンクリートのクリープ変形の影響が出ているものと思われる。ETAG 等では、拘束径が小さい状態での試験値を採用して評価しているが、実際の構造物では拘束径が小さいような応力状態で使われるものは少ない。このことから、JR 東日本では、安全側の評価を行うという意味で拘束径が大きい状態での試験結果を用いることとした。

(3) クリープ載荷荷重の大きさの影響

90 日間のクリープ載荷試験から得られたクリープ拔出し量の近似曲線から予測した基準荷重に到達するまでのクリープ載荷年数の予測値と、クリープ載荷荷重との関係を図-18 に示す。図の白抜きプロットは 90 日間の載荷期間中に抜出したもの、それ以外のプロットは 90 日間の載荷試験結果からの予測値である。

充填剤ごとに差異はあるが、クリープ載荷荷重は載荷年数の対数近似と相関が良いことが分かる。ETAG 等で規定されている基準荷重の 55% というクリープ載荷荷重は、載荷年数が 10 年～1000 年時に基準荷重に達する載荷年数となっている。鉄道構造物では通常、コンクリート構造物の設計耐用年数を 100 年と設定しておりオーダーがほぼ合致することから、JR 東日本ではクリープ載荷荷重については基準荷重の 55% を用いて性能を

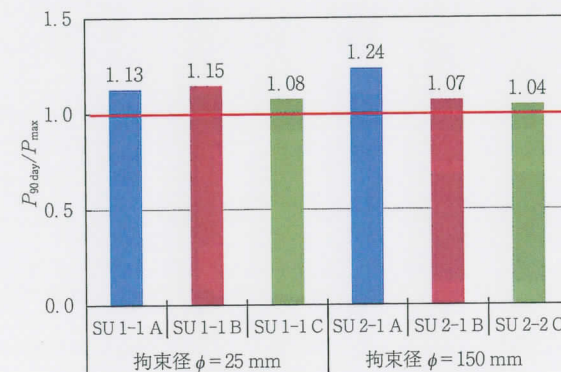


図-16 クリープ載荷後の引抜き試験時最大荷重と基準荷重の関係

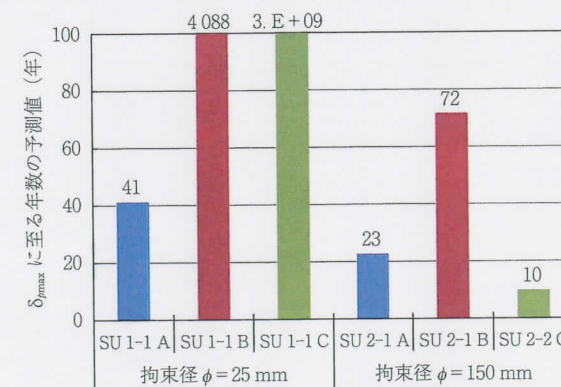


図-17 基準荷重に達するクリープ載荷年数の予測値

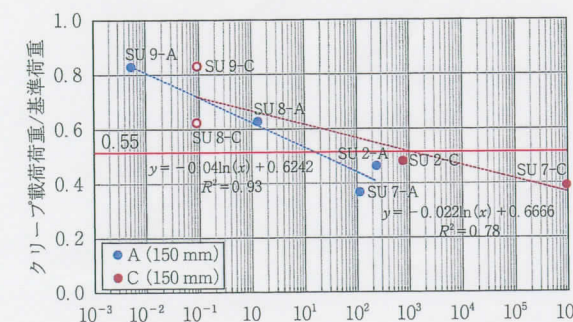


図-18 クリープ載荷荷重と載荷年数の関係

確認することとした。

4. おわりに

JR 東日本では、これまで述べてきた検討の結果、接着系あと施工アンカーに対し、耐アルカリ性やクリープ特性に関する試験を付加することとした。ETAG や ACI では製品ごとの性能を設計の耐力評価に反映するような基準となっているが、鉄道の基準では製品ごとの耐力評価式ではなく、過去の試験で実施された結果をもとに耐力の下限値に安全率を乗じた式を全ての材料に共通して用いている。そのため、ETAG や ACI のような基準をそのまま反映するのが難しいため、材料の性能を規定する方法とした。製品個々の性能を考慮した設計となっていない点は、今後の課題と言える。

また、試験方法についてもこれまで述べてきたように、試験精度によるばらつきが大きく、評価方法についても

課題が多いため、現段階では、一定の品質を満たさないものを除外するための基準だと考えている。各機関において研究が進み、より良い評価方法が提案されることを期待している。

最後に、本検討結果は日本建築あと施工アンカー協会ならびに参加メーカーのご協力のもとに得られたものである。ここに記してお礼申し上げる。

参考文献

- 1) トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会：トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会 報告書, http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/tunnel/pdf/130618_houkoku.pdf, 2013. 6. 18
- 2) 土木学会：コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工指針 (案), 2014
- 3) EOTA : ETAG001 Part five: BONDED ANCHORS, Apr. 2013
- 4) American Concrete Institute : 355.4-11 Qualification of Post-Installed Adhesive Anchors in Concrete and Commentary, 2011

《図書案内》

性能設計対応型ポーラスコンクリートの施工標準と品質保証体制の確立研究委員会報告書

ポーラスコンクリートは、内部に連続する空隙を有し、透水性、保水性、植生など多様な性能を設計できることから、今後、環境面のみならず、豪雨対策などの防災面で重要な役割を果たす社会基盤材料となることが期待されています。しかし、現時点では、我が国で性能設計の基本となる安定的な生産に不可欠な施工標準や品質保証などの規準を整備するに至っておらず、このことがポーラスコンクリートの健全な普及を妨げていると考えられます。

日本コンクリート工学会に平成 25 年度から (2 年間) 設置された「性能設計対応型ポーラスコンクリートの施工標準と品質保証体制の確立研究委員会 (委員長: 畑中重光 (三重大学))」では、土木、建築、化学の各分野から、また研究者だけでなく、発注、製造、施工の分野からも委員を募り、実務・実用段階で要求される課題に重点を置いた研究活動を行い、ポーラスコンクリートの施工標準と品質保証体制の確立に向けた活動を実施しました。このたび、上記内容の取りまとめを行い、報告書を刊行しました。

【目次】

- 1 章 序
- 2 章 最近 10 年間の国内外の文献からみたポーラスコンクリートの研究動向
- 3 章 現場打ちポーラスコンクリートの用途別性能設計の事例
- 4 章 ポーラスコンクリート製品の現状と課題の整理
- 5 章 品質評価のための試験方法
- 6 章 共通実験と強度管理方法試案
- 7 章 ポーラスコンクリートの今後について

A 4 判・343 ページ (2015 年刊行) / 定価 6 480 円 (税込)、会員特価 5 400 円 (税込) / 送料 510 円

●申込先: 公益社団法人 日本コンクリート工学会「書籍販売」係

〒102-0083 東京都千代田区麹町 1-7 相互半蔵門ビル 12 階 / 電話 (03) 3263-1573