

接着系あと施工アンカーの耐アルカリ性に関する実験的検討

JR 東日本(株) 正会員 ○内藤 圭祐 JR 東日本(株) 正会員 井口 重信

JR 東日本(株) 正会員 山田 宣彦 JR 東日本(株) フェロー 松田 芳範

1. はじめに

接着系あと施工アンカーを使用する際には、その性能の評価が重要であり、特に長期耐久性能を確認することは、供用開始後の構造物や付帯設備の安全性につながることから、適切な評価手法が必要である。このうち、有機系接着剤のアルカリ性に対する品質について確認することが求められている¹⁾が、日本においては、その試験方法が少ないのが現状である。また、接着系あと施工アンカーの耐久性に関しては、ETAG²⁾などで基準化されているものの、その試験方法の詳細や結果が公表されていないのが実状である。

そこで、ETAG で基準化されている接着系あと施工アンカーの評価試験方法を参考に、耐アルカリ性能の評価方法を検討することを目的として、アルカリ溶液浸漬試験を実施し、強アルカリ環境があと施工アンカー一部の性能に与える影響を確認した。本稿では、このうち ETAG で規定される浸漬時間（2000 時間）の試験結果について考察したので、以下に報告する。

2. 試験概要

ETAG による耐アルカリ性の評価試験方法では、予め接着系アンカーを打設した円柱試験体をスライスし、その試験片を水酸化カリウム溶液に 2000 時間浸漬後、押抜き試験を実施し、耐アルカリ性を評価する。以下に本試験の概要について述べる。

(1) 試験片の製作

試験片の製作概要概要図を図-1 に示す。試験片の製作にあたっては、ETAG の製作基準に従った寸法として、あと施工アンカーを固着させるコンクリートの円柱被着体（D=150mm）を作製した。その後、φ=約 15mm のハンマードリルで下向きに穿孔し、カプセル型、注入型の有機系接着剤をそれぞれ充填し、アンカー筋を固着した。アンカー筋は、M12 とし、高温用合金鋼ボルト SNB7 (JIS G 4107) を用いた。また、表-1 に示すように、アンカー筋を固着させる有機系接着剤は、一般に使用されている接着剤より、4 種類（エポキシアクリレート、エポキシ、アクリル、ビニルエステル）、6 製品を選定した。アンカー筋打設後、ダイヤモンドカッターにて円柱被着体を厚さ 30mm 程度に切断し、試験片を作製した。なお、後述する押抜き試験時のコンクリート圧縮強度は、AL1-1 の試験時において 28.3N/mm²、AL2-1、AL2-2 の試験時において 28.2N/mm²であった。

(2) 試験方法

試験片諸元を表-2 に示す。本試験では、浸漬開始時点での暴露試験片（AL1-1）、2000 時間のアルカリ溶液浸漬用試験片（AL2-2）と比較用の暴露試験片（AL2-1）を各製品ともに 12 個ずつ用意した。AL2-2 の試験片は、pH=13.2 の水酸化カリウム溶液に浸漬し、AL2-1 とともに温度 20℃±3℃、湿度 60%±5%の環境で保管した。押抜き試験の試験概要図を図-2 に示す。万能試験機を用いて試験を行い、押抜き試験時の試験片の非拘

キーワード あと施工アンカー、有機系接着剤、耐久性、耐アルカリ性

連絡先 〒151-852 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL 03-6276-1251

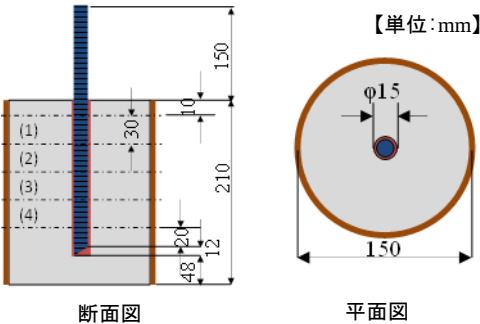


図-1 試験片製作概要図

表-1 有機系接着剤一覧

製品	接着剤の種類	接着方式
A	エポキシアクリレート	カプセル
B	ビニルエステル	カプセル
C	エポキシ	注入
D	アクリル	注入
E	エポキシアクリレート	カプセル
F	エポキシ	注入

表-2 試験片諸元

	時間 (hr)	A~F 試験片数 (個)
AL1-1 (暴露)	0	12
AL2-1 (暴露)	2,000	
AL2-2 (浸漬)	2,000	

束径は、 $d=17\text{mm}$ とした。また、試験片には押抜き時の試験片の割裂破壊を抑制するため、予め試験片の側面に固定金具を取り付けた。なお、試験片の押抜き時の変位は、万能試験機の機械変位により測定した。

3. 試験結果

図-3 に AL1-1, AL2-1, AL2-2 の荷重-変位曲線の一例を示す。荷重-変位曲線では、最大荷重にはばらつきはあるものの、いずれのパラメータ、製品においても傾向は同様であった。

また、図-4 に各試験片の付着応力度の最大値、最小値、平均値を示す。付着応力度は、荷重値を各試験片の穿孔径の周面積で除して算出した。また、押抜き時のあと施工アンカー部の初期剛性を把握するため、試験で得られた付着応力度とひずみ量の関係から初期剛性を算出した。初期剛性は、上限値を最大付着応力度の $1/3$ とし、下限値は、各試験片ともに 2.0N/mm^2 として付着応力度の差をひずみ量の差で除して算出した。図-5 に各試験片の初期剛性の最大値、最小値、平均値を示す。なお、試験中に割裂破壊した試験片は、付着応力度、初期剛性の評価の対象外とした。

4. 考察

試験片の耐アルカリ性を評価するため、表-3 に AL2-1, AL2-2 の付着応力度および初期剛性の平均と AL2-1 に対する AL2-2 の残存強度比、初期剛性比を示す。残存強度比は、D を除き $0.94\sim 1.03$ であり、D は、 0.8 と低くなっている。また、各試験片の初期剛性比では、 $0.93\sim 1.13$ であった。あと施工アンカー部の残存強度比、初期剛性比の結果から、A, B, C, E, F はアルカリ液浸漬前後で大きな変化がなかったことから、一定のアルカリ耐久性を有していると推定される。D は、残存強度比が他に比べて低い結果となったが、残存強度比の変動が大きかったこと、また、暴露試験片とアルカリ液浸漬試験片との比較により、初期剛性に大きな変化がなかったことから、ばらつきの影響を受けたと推定される。

5. まとめ

本稿では、あと施工アンカー部のアルカリ耐久性を付着応力度、初期剛性を比較することにより評価した。引き続き、アルカリ耐久性の評価試験方法の検討を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 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），pp.57, 2014
- 2) EOTA: ETAG001 Part five: BONDED ANCHORS, Apr.2013

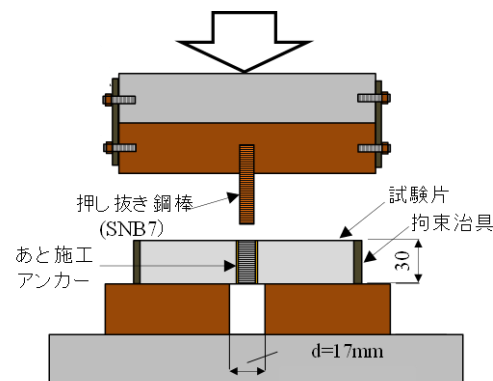


図-2 押抜き試験装置概要図

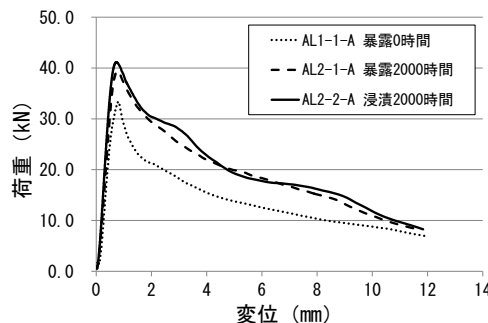


図-3 荷重-変位曲線の一例

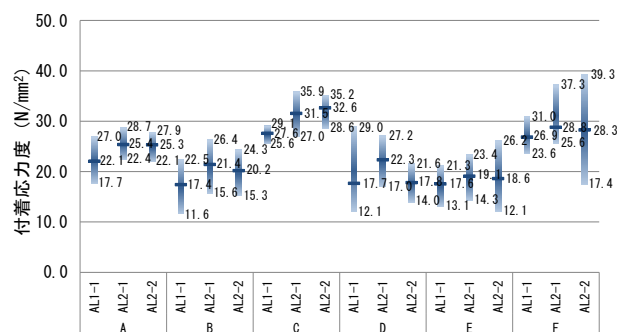


図-4 最大付着応力度

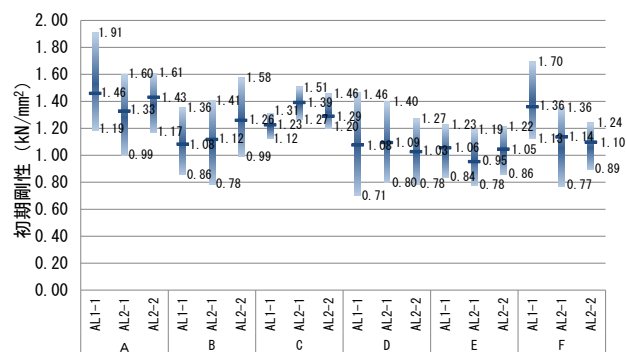


図-5 初期剛性

表-3 残存強度比と初期剛性比

製品		A	B	C	D	E	F
最大付着 応力度平均 (N/mm^2)	AL2-1	25.4	21.4	31.6	22.3	19.1	28.8
	AL2-2	25.3	20.2	32.6	17.8	18.6	28.3
残存強度比 (AL2-2/AL2-1)		1.00	0.94	1.03	0.80	0.97	0.98
初期剛性 平均 (kN/mm^2)	AL2-1	1.33	1.12	1.39	1.09	0.95	1.14
	AL2-2	1.43	1.26	1.29	1.03	1.05	1.10
初期剛性比 (AL2-2/AL2-1)		1.08	1.13	0.93	0.94	1.10	0.97