

接着系あと施工アンカーのアルカリ耐久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、ETAG¹⁾などで標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。

本稿では、ETAGの基準を参考にし、接着系あと施工アンカーのアルカリ耐久性の評価方法について検討を行ったので、以下に報告する。

表-1 試験片諸元

	試験片 保管	時間	試験片数 (個)											
			A	B	C	D	E	F						
AL1-1	暴露	0	12					12						
AL2-1	暴露	500						12						12
AL2-2	浸漬													
AL3-1	暴露	1000												
AL3-2	浸漬													
AL4-1	暴露	2000												
AL4-2	浸漬													
AL5-1	暴露	4000												
AL5-2	浸漬													
AL6-1	暴露	8000												
AL6-2	浸漬													

2. 試験概要

ETAGによるアルカリ耐久性の評価方法では、予めあと施工アンカーを打設した円柱供試体を30mm厚(以下、試験片)に切断し、水酸化カリウム溶液(pH=13.0以上)に2000時間浸漬後、試験片の中央部のアンカー筋の押抜き試験を行う。試験では、温度20°C±3°C、湿度60%±5%の環境下で保管した暴露試験片とアルカリ溶液に浸漬した試験片(以下、浸漬試験片)のそれぞれ10個以上の試験片の最大付着応力度の平均値を求め、評価する。

今回実施した試験片の諸元を表-1に示す。試験片は、φ150mm、設計基準強度の24N/mm²の円柱供試体を用意し、下向きにハンマードリルにより削孔後、表-2に示す有機系接着剤を用いてアンカー筋(SNB7, M12)を打設し、ダイヤモンドカッターにより30mm厚に切断した。次に、pH=13.0以上の水酸化カリウム溶液に試験片を浸漬し、一定時間経過した後に、浸漬槽から引上げ、乾燥した。その後、浸漬試験片とETAGと同様の環境下で保管した暴露試験片について、万能試験機を用いて押抜き試験を実施した。なお、押抜き試験時の拘束径は、d=17mmとし、試験片側面には、押抜き時の割裂を防止するため固定治具を取り付けた。材料試験の結果は、圧縮強度で平均28.3N/mm²、割裂引張強度で平均2.56N/mm²であった。

表-2 有機系接着剤の種類

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

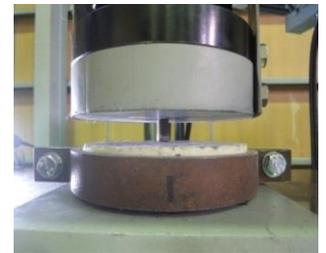
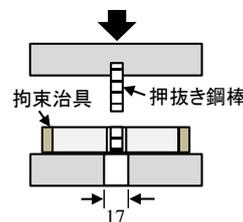


図-1 押抜き試験概要図

3. 試験結果

図-2に押抜き試験により押抜かれた接着剤およびアンカー筋の破壊性状(以下、アンカー筋周囲の破壊性状)、図-3に各パラメータにおける破壊性状の変化割合の一例(製品A)を示す。ここで、押抜き試験後の試験片に割裂が生じた試験片は評価の対象としている。破壊性状では、アンカー筋周囲が接着剤とアンカー筋の界面で破壊が生じているもの(以下、付着(凝集)破壊)と接着剤とコンクリートの界面で破壊が生じているもの(以下、付着(接着)破壊)と付着(凝集)破壊と付着(接着)破壊

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

が混合しているもの（以下、付着（接着・凝集）破壊）があった。同時間の気中試験片と浸漬試験片の破壊性状の変化は、相対的に破壊性状の変化が少なかった製品（A, B, E, F）と変化が見られた製品（C, D）があった。

浸漬試験片について、図-4 に最大付着応力度の平均値の浸漬時間による推移を示す。また、図-5 に浸漬試験片と同時間の暴露試験片の最大付着応力度の平均値の比（以下、残存強度比）を示す。最大付着応力度の平均値は、浸漬時間の経過とともに増加し、その後低下したケース（製品 A）や浸漬時間の経過とともに最大付着応力度の平均が増加したケース（製品 B, C），また、浸漬時間の経過とともに最大付着応力度の平均が一旦低下し、その後増加したケース（製品 D）があった。

一方、残存強度比は、全ての製品において 1.0 を下回る場合があったが、8000 時間の残存強度比では、A~D の製品において 1.0 を上回る結果となった。残存強度比の変化では、浸漬時間とともに残存強度比が増加したケース（製品 A），同様に残存強度比が一時的に低下し、その後増加したケース（製品 B, D），同様に一時的に増加し、その後低下したケース（製品 C）であった。特に D の製品の残存強度比では、2000 時間が 0.81 となり、4000 時間で 0.68 となった。

4. 考察

以上より、今回試験を実施した製品 A~F は、残存強度比のほか、最大付着応力度、アンカー筋周囲の破壊性状の変化で評価すると、アルカリ耐久性が劣ると判定される項目があるが、全ての項目でアルカリ耐久性が劣ると判定されるものはないことから、一定のアルカリ耐久性を有していると推定される。

一方、図-6 に示すように、ETAG によるアルカリ耐久性の評価基準に対し、今回の試験を実施した結果、有機系接着剤がアルカリ耐久性を有すると想定される材料であっても残存強度比にばらつきが生じることを確認した。特に、ばらつきの多い製品のアルカリ耐久性を評価する場合は、試験片の対象数を多くすることのほか、今回の評価項目で用いた最大付着応力度の平均値の変化やアンカー筋周囲の破壊性状など、複数の評価項目によりアルカリ耐久性を検証することが評価精度の向上につながると考えられる。

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について評価した。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) EOTA: ETAG001 Part five: BONDED ANCHORS, Apr.2013

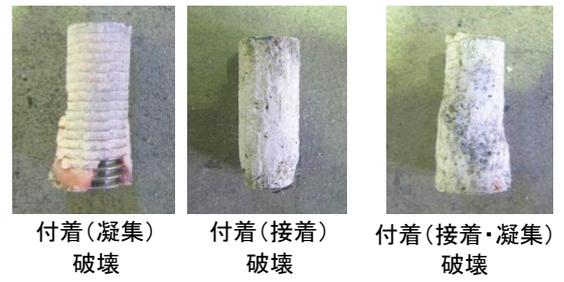


図-2 アンカー筋周囲の破壊性状

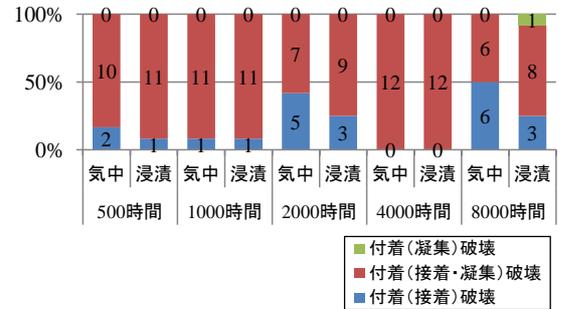


図-3 破壊性状の割合の一例（製品 A）

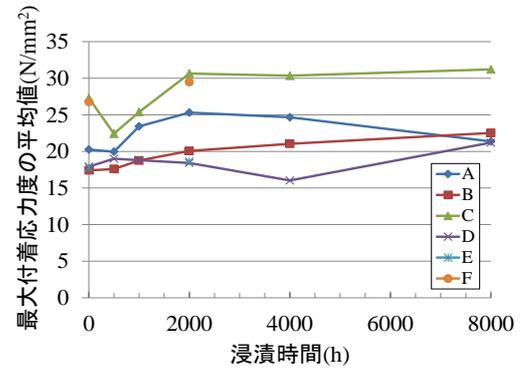


図-4 浸漬試験片の最大付着応力度の平均

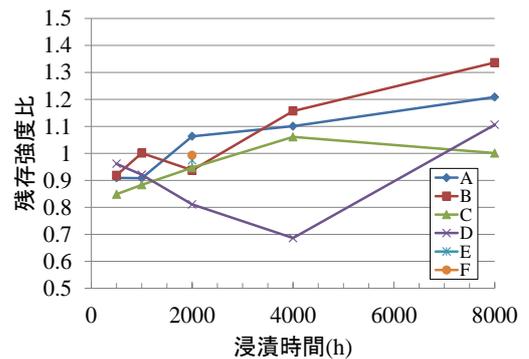


図-5 最大付着応力度の残存強度比

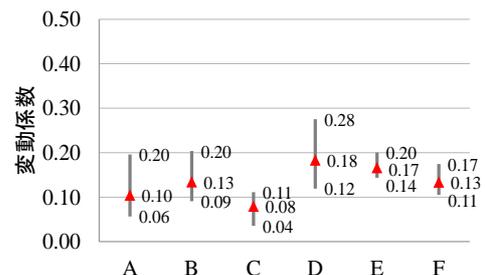


図-6 最大付着応力度の変動係数