

ねじ込み式あと施工アンカーの耐荷力に関する検討

東海旅客鉄道（株） 正会員 ○鎌田 卓司
東海旅客鉄道（株） 正会員 吉田 幸司

1. はじめに

あと施工アンカーは、土木・建築の付帯設備の取付けや構造物の補修・補強など数多く用いられており、コンクリート構造物の維持管理において必要不可欠な技術である。本論では、近年海外で開発され国内での採用実績も増えてきている「金属系ねじ込み式アンカー（図-1）」に着目し、アンカーの引抜き試験を実施し、鉄道土木の基準算定式¹⁾との比較を行った結果を報告する。

2. 試験概要

2.1 金属系ねじ込み式アンカー

ねじ込み式アンカーは、Concrete screws と呼ばれており、ETA や ACI などの海外の認証制度^{2,3)}ではコンクリートのひび割れに対する性能や、耐震に対する性能の評価制度が確立されており、拡張式や拡張底式と共に多方面で使用されている。固着原理は、コンクリート内部にねじ込んでいくことによりアンダーカットの効果を発揮する。引張力作用時の母材内応力分布は、接着系アンカーに類似した特徴がみられる（図-2 参照）。

2.2 試験体と試験方法

アンカーを打設する母材コンクリートは、鉄道コンクリート橋の張出スラブを模擬した試験体を用いた。試験体の配合は 24-12-25N、コンクリートの圧縮強度は 31.1N/mm^2 である。この試験体にねじ込み式アンカーを施工し、引抜き試験を実施した。試験に用いたアンカーは、 $\phi 8.0\text{mm}$ 、 $\phi 10.0\text{mm}$ 、 $\phi 14.0\text{mm}$ の 3 種類の径、材質は EN 10263-4, 1.5523（JIS G 3507-2 冷間圧造用炭素鋼 SWCH 相当）、引張強度は $\phi 8\text{mm}$ 、 10mm が 800N/mm^2 、 $\phi 14\text{mm}$ が 700N/mm^2 である。埋込長は、 $\phi 8\text{mm}$ が 50mm 、 $\phi 10\text{mm}$ が 55mm 、 $\phi 14\text{mm}$ が 85mm とした。試験本数は各 5 本で行った（表-1）。

3. 試験結果

試験結果の一覧を表-2 に示す。なお、表中の破壊形態は、破壊形態 A が図-6 に示すようなコーン破壊によるもの、破壊形態 B がアンカーの抜けによるものである。

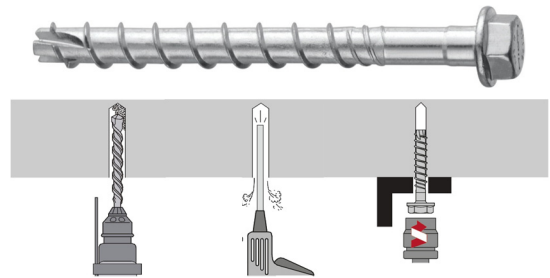


図-1 ねじ込み式アンカーと施工方法

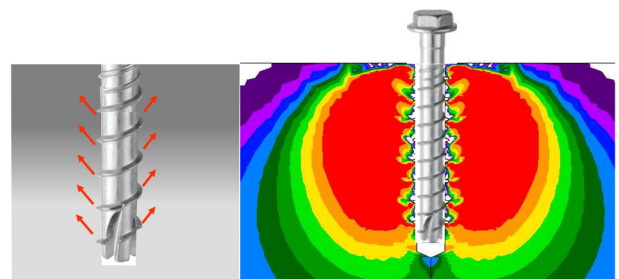


図-2 ねじ込み式アンカーの固着原理

表-1 パラメーター一覧

試験体 No.	穿孔径 (mm)	埋込長 (mm)	有効埋込長 (mm)	n 数 (本)
H8-1～5	8.0	50	40	5
H10-1～5	10.0	55	41.6	5
H14-1～5	14.0	85	66.3	5

表-2 試験結果一覧

サイズ	試験体記号	最大荷重 (kN)	破壊形態	平均耐力 Num (kN)	標準偏差	変動係数 (%)	5%分位数 (kN)
Φ8	H8-1	25.8	A	24.2	3.1	13%	13.6
	H8-2	29.2	A				
	H8-3	23.7	A				
	H8-4	21.5	B				
	H8-5	20.6	A				
Φ10	H10-1	29.1	A	29.8	1.6	5%	24.4
	H10-2	31.5	A				
	H10-3	27.2	A				
	H10-4	31.4	A				
	H10-5	29.7	A				
Φ14	H14-1	48.1	A	50.3	3.8	7%	37.5
	H14-2	56.2	A				
	H14-3	51.5	A				
	H14-4	44.9	A				
	H14-5	50.9	A				

キーワード あと施工アンカー ねじ込み式アンカー

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道（株）総合技術本部技術開発部 TEL0568-47-5370

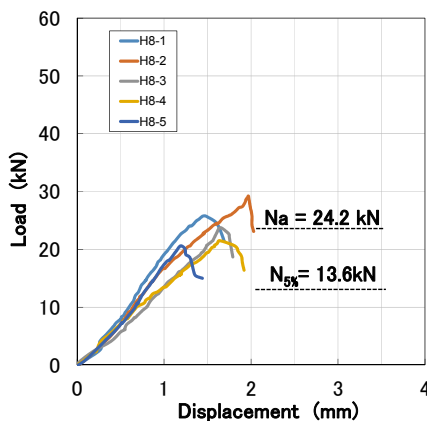


図-3 荷重-変位 (φ8mm)

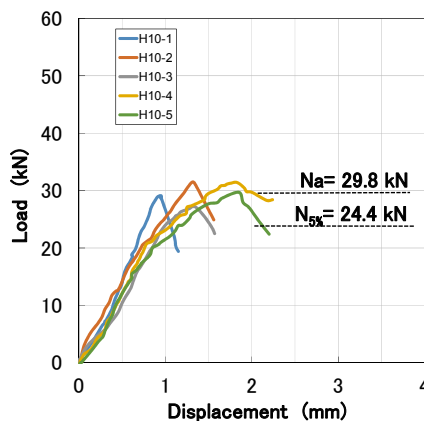


図-4 荷重-変位 (φ10mm)

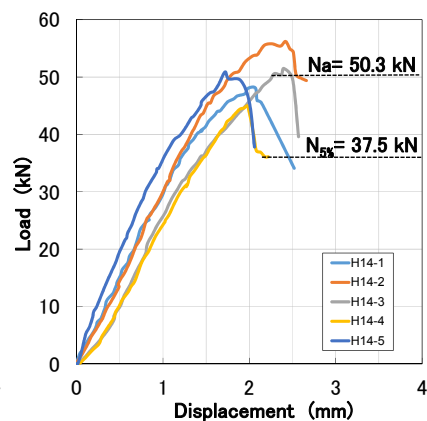


図-5 荷重-変位 (φ14mm)

また、引抜き試験における荷重-変位の関係を図-3～図-5に示す。図には最大荷重の平均値 N_a と 5%フラクタイル $N_{5\%}$ の値を併記した。

4. 基準算定式と実験値との比較

図-7 にあと施工アンカー工法設計施工の手引き¹⁾の金属系アンカーの算定式(式(1)) および接着系アンカーの算定式(式(2))により算出した許容引張応力度と実験値(ETA 基準引張応力度⁴⁾)との比較を示す。計算値に対する実験値の比率は金属系算定式で2.0～3.3, 接着系算定式で1.3～1.9であり、全てにおいて計算値を十分上回る引張耐力が確認された。

$$\sigma_{aa1} = 0.093 \cdot \sqrt{\sigma_{ck}} \cdot A_c / A_s \quad (1)$$

ここに、 σ_{aa1} : アンカー用鋼材の基準の許容引張応力度(N/mm²), σ_{ck} : 既設コンクリートの圧縮強度(N/mm²), A_c : アンカー底部のコーン状破壊面の有効水平投影面積(mm²), A_s : アンカーの定着部の断面積(mm²)

$$\sigma_{aa2} = \{0.53 \cdot \pi \cdot \phi(D + 5.5\phi)\sigma_{ck}^{1/3} + 0.36 \cdot \pi \cdot D(L_d - 4\phi)\sigma_{ck}^{2/3}\} / A_s \quad (2)$$

ここに、 σ_{aa2} : アンカーの許容引張応力度(N/mm²), D : 削孔径(mm), L_d : 設計定着長(mm), σ_{ck} : 既設コンクリートの圧縮強度(N/mm²), A_s : アンカー用鋼材の軸部断面積とねじ部有効断面積のうち大きい方の値(mm²)

5. まとめ

金属系ねじ込み式アンカーの引抜き試験を実施し、鉄道土木の基準算定式との比較を行った。実験値は全て計算値を上回り、本実験の範囲では、基準算定式を準用した設計値で安全側に評価できることを確認した。

謝辞 本実験検討にあたり、日本ヒルティ(株)の石原力也氏、田中宏樹氏にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 東海旅客鉄道株式会社建設工事部: あと施工アンカー工法設計施工の手引き, 2012
- 2) EOTA: ETAG001 Part 3: Undercut Anchors, Apr.2010
- 3) ACI: ACI355.2-07: Qualification of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete and Commentary
- 4) EOTA: TECHNICAL REPORT TR 029: Design of Bonded Anchors, September 2010



図-6 破壊状況 (H8-1)

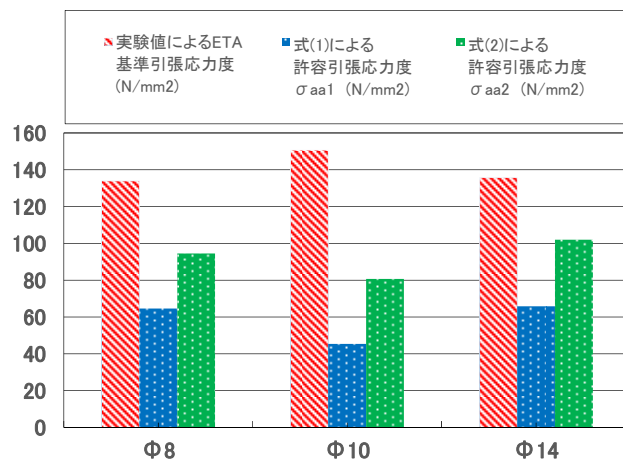


図-7 実験値と計算値の比較(応力度)