

アンカーボルト（ストレート型後付け）の引抜き耐荷性能に関する一考察

（株）トーニチコンサルタント 正会員 ○吉岡 延明 （株）総合技術コンサルタント 山本 有生
 ドービー建設工業（株） 正会員 小林 義信 協和設計（株） 高岡 茂
 日本技術開発（株） 正会員 安木 清史 摂南大学 正会員 平城 弘一

1. まえがき

鋼とコンクリートの接合または定着に使用するアンカーボルトは、支承、落橋防止構造、鋼製橋脚基部等の構造的に極めて重要な部分に用いられている。また、付属物の取付けにも用いられるなど、橋梁等に関する技術者にとって身近な存在である。このアンカーボルトの定着深さは、支承では道路橋示方書によりアンカーボルト径の10倍以上と規定され、また落橋防止構造では復旧仕様¹⁾の設計例に示されたものが慣習化されて、15倍以上を確保するように設計されている。しかし、この定着長はアンカーボルトが鉄筋と干渉するなど施工の困難さを招き、下部工に大きな影響を与える場合もある。そこで、アンカーボルトの引抜き実験を行い、適切な定着深さについて検討を行った。

2. 実験概要

本実験は落橋防止構造に用いられるストレート型の後付けアンカーを想定し、復旧仕様で示された定着長 $15D_s$ (D_s : アンカー鉄筋径) の基とされている土木研究所の実験²⁾との比較を念頭に、定着深さやアンカーボルト径の影響に着目した単体の引抜き実験とした。

供試体は定着深さを考慮して、縦×横: $800 \times 800 \text{ mm}$ を一定とし、高さ 400 mm と 500 mm の2種類のコンクリートブロックを製作した。アンカーボルト差込み用の孔は、鉄筋径+22~23mm とし、塩ビ管による型抜きでコンクリートブロックの上面中央に設けた。アンカーボルトには異形鉄筋を用い、注入材として無収縮モルタルまたはエポキシ系樹脂を用いた。また、No.8 供試体は後付けアンカーとの比較のために用意した先付けアンカーであり、コンクリート打設時にアンカーボルトを埋め込んだ。



写真1 実験装置

表1 実験要因の組合せ

供試体 番 号	施工法 (注入材)	アンカー鉄筋径 (ネジ部呼び名)	差込孔径 ϕ	定着深さ L_1 (D_s : アンカー鉄筋径)	供試体 高さ
No. 1	後付け (無収縮 モルタル)	D16 (M14)	38 mm	5 D_s 80 mm	400
No. 2				10 D_s 160 mm	
No. 3				15 D_s 240 mm	
No. 4		D19 (M18)	42 mm	10 D_s 190 mm	
No. 5				15 D_s 285 mm	
No. 6		D25 (M24)	48 mm	10 D_s 250 mm	500
No. 7				15 D_s 375 mm	
No. 8	先付け	D25 (M24)	-	15 D_s 375 mm	
No. 9	後付け (エポキシ樹脂)	D19 (M18)	42 mm	10 D_s 190 mm	400
No. 10		D25 (M24)	48 mm	10 D_s 250 mm	500

使用材料

- (1) アンカーボルト: 異形鉄筋 SD345 を用いた。また供試体内部の補強筋には SD295 を使用した。
- (2) 供試体コンクリート: 使用コンクリートは実測圧縮強度 29.8 N/mm^2 , ヤング係数 $2.59 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ であった。
- (3) 注入材: プレミックスタイプのセメント系無収縮モルタルを使用し、実測圧縮強度 57.3 N/mm^2 , ヤング係数 $2.47 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ であった。
- (4) 注入材: 速乾性のエポキシ系樹脂を使用した。

キーワード アンカーボルト, 引抜き実験, 定着深さ

連絡先 〒530-0028 大阪府大阪市北区万才町3-20 北大阪ビル (株)トーニチコンサルタント TEL 06-6316-1496

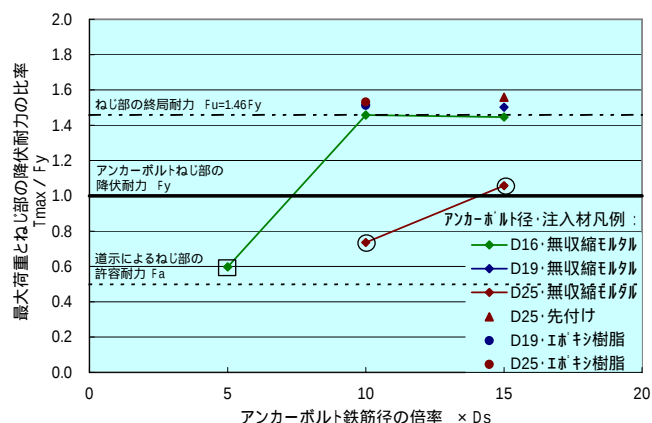


図1 アンカーボルト径、定着深さと引抜き耐力の関係

表2 主要結果一覧

実験番号	主な実験結果		
	最大引抜き耐力 (実測値) T_{max} (kN)	T_{max}/F_y	破壊形式
No. 1	26.1	0.60	
No. 2	63.7	1.46	
No. 3	63.2	1.45	
No. 4	20.2	0.27	
No. 5	112.5	1.50	
No. 6	100.0	0.74	
No. 7	143.9	1.06	
No. 8	211.9	1.56	
No. 9	113.3	1.51	
No. 10	208.4	1.53	

Fy: アンカーボルトねじ部(谷径)の降伏耐力の算定値
 { Fy=78.8kN/本 (D16), Fy=116.9kN/本 (D19)
 Fy=203.7kN/本 (D25) }
 破壊形式(図1の破壊形式凡例)
 : 無収縮モルタルとコンクリートの付着面での破壊, 表面部コン状剥離(○)
 : 無収縮モルタルとコンクリートの付着面での破壊及びコン破壊の複合(□)
 : アンカーボルトねじ部の破断(記号無し)
 : に近い無収縮モルタルとコンクリートの付着面での破壊であるが特異的な破壊

3. 実験結果と考察

今回の実験からは、最大引抜き耐力とアンカーボルトねじ部の耐力との関係、および破壊形式から考察し、適切な定着深さを次のように結論付けた。

(1) 無収縮モルタル後付けアンカー

定着深さ 15Ds 以上確保すればよい。15Ds を取ることでによりねじ部で破断。D25 アンカーの場合には 15Ds を確保しても付着面で破壊となったが、引抜き耐力はアンカーボルトの降伏耐力以上を有している(安全率 1.0 を有している)。

(2) 先付けアンカー

定着深さ 15Ds 以上確保すればよい。無収縮モルタルによる後付アンカーより耐力は高いが、1 体の供試体から得られた結果である。推論の域はでないが定着深さ 15Ds 以上が妥当と考える。

(3) エポキシ樹脂後付けアンカー

定着深さ 10Ds 以上確保すればよい。鉛直方向下向きに樹脂を注入した場合の実験結果であるが、破壊は全てアンカーボルトねじ部の破壊であった。

4. 今後の課題

今回の実験では、無収縮モルタルによる後付けアンカーの場合には定着深さ 15Ds 以上を、エポキシ樹脂アンカーの場合には 10Ds 以上を確保すればよいとの結果が得られた。また、太径のアンカーの場合には、より確実な耐力を得るために、アンカーボルト先端へのプレートの設置やエポキシ樹脂定着が望ましいと考えられた。

一方、実験を通して、差込み孔界面の影響や実挙動との関係などの疑問点も生じた。従って、今後の課題として、鉄筋径と差込み孔径との関係、孔の施工法や注入材の施工法、2 方向(引張+せん断)同時載荷時の力学的挙動などの解明が望まれる。

最後に本実験に際し、委員長の大阪工業大学栗田章光教授を始めとして、建設コンサルタンツ協会 近畿支部 複合橋梁形式研究委員会の関係各位から多大な協力と助言を頂きました。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料(案), 平成 7 年 6 月
- 2) 建設省土木研究所：土木研究所資料第 1828 号 桁座拡幅に関する実験資料及び桁座拡幅標準設計(改訂案), 昭和 57 年 3 月



破壊形式

破壊形式

破壊形式

写真2 破壊形式別写真