

第 部門 ストレート型後付けアンカーボルトの引抜き耐荷力特性

ドーピー建設工業(株)	正会員	小林 義信
(株)総合技術コンサルタント	非会員	山本 有生
協和設計(株)	非会員	高岡 茂
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性能上、極めて重要な部分に用いられている。また、橋梁付属物の取付けにも用いられるなど、橋梁の設計・施工に関係する技術者にとって身近な存在である。支承では道路橋示方書により、アンカーボルトの定着深さはボルト径の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、同じく15倍以上を確保するように設計されている。しかし、後施工アンカーの定着長が長い場合、コンクリート躯体内に配置された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がある。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うこととした。

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15Ds(Ds:アンカー鉄筋径)の根拠と言われている土木研究所の実験²⁾と比較することを念頭に、定着深さやアンカーボルト径の影響に着目した単体(アンカーボルト1本)の引抜き実験とした。

供試体は定着深さを考慮して、縦×横:800×800mmを一定とし、高さ400mmと500mm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、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埋め込んだ。

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(ねじ部呼び名)	差込孔径	定着深さ L1(Ds:アンカー鉄筋径)	供試体寸法	実験時材令		
						供試体	注入材	
No. 1	後付け(無収縮モルタル)	D16 (M14)	38 mm	5 Ds 80 mm	800×800×400	20日 ~ 21日	14日 ~ 15日	
No. 2				10 Ds 160 mm				
No. 3				15 Ds 240 mm				
No. 4		D19 (M18)	42 mm	10 Ds 190 mm				800×800×500
No. 5				15 Ds 285 mm				
No. 6		D25 (M24)	48 mm	10 Ds 250 mm				-
No. 7				15 Ds 375 mm				
No. 8	先付け	D25 (M24)	-	15 Ds 375 mm	-	-		
No. 9	後付け(球状樹脂)	D19 (M18)	42 mm	10 Ds 190 mm	800×800×400	32日	4日	
No. 10		D25 (M24)	48 mm	10 Ds 250 mm	800×800×500			

使用材料

- (1)アンカーボルト:横ふしタイプの異形鉄筋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応力度 29.8N/mm^2 、ヤング係数 $2.59 \times 10^4\text{N/mm}^2$ であった。
- (3)無収縮モルタル:プレミックスタイプのセメント系を使用し、実測圧縮応力度 57.3N/mm^2 、ヤング係数 $2.47 \times 10^4\text{N/mm}^2$ であった。
- (4)エポキシ樹脂:速乾性のエポキシ樹脂を使用した。

Yoshinobu KOBAYASHI, Yusei YAMAMOTO, Shigeru TAKAOKA, Hirokazu HIRAGI

3. 実験結果と考察

実験結果を表2に示す。今回の実験から、アンカーボルトねじ部の降伏耐力を満足する定着深さとして、次の結果が得られた。

(1)無収縮モルタル後付けアンカー

定着深さ 15Ds 以上：特に太径の D25 アンカーの場合は、より確実な耐力を得るためにアンカーボルト先端にアンカープレートの設置や、エポキシ樹脂を注入材として定着するなどの対策が望まれる。

(2)先付けアンカー

定着深さ 15Ds 以上：無収縮モルタルによる後付けアンカー (No.7) より耐力は高いが、1体の供試体から得られた結果でもあり推論の域は出ないが、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：アンカーボルトを鉛直方向に設置し、鉛直方向上向きから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断であった。樹脂とコンクリート界面での破壊は確認されなかった。

4. 今後の課題

今後、鉄筋径と差込み孔径の関係や D25 を超える太径アンカーの場合の定着深さの検討が課題である。加えてエポキシ樹脂の性能が向上している現在、注入材にエポキシ樹脂を使用した場合の必要定着深さの検討も、後付けアンカーの施工性を改善するうえで重要な課題として挙げられる。

最後に本実験に際し、多大な助言と助力を頂いた、大阪工業大学 栗田章光教授を委員長とする建設コンサルタント協会 近畿支部 複合橋梁形式研究委員会の関係各位に深く感謝の意を表します。

表2 主要結果一覧

実験番号	主な実験結果			最大引抜き荷重とアンカーボルトねじ部の降伏耐力との比 T_{max}/F_y
	最大引抜き荷重 T_{max} (kN)	アンカーボルトねじ部降伏耐力 F_y (kN)	破壊形式	
No. 1	26.1	43.7		0.60
No. 2	63.7	43.7	*	1.46
No. 3	63.2	43.7		1.45
No. 4	20.2	74.9	**	0.27
No. 5	112.5	74.9		1.50
No. 6	100.0	136.0		0.74
No. 7	143.9	136.0		1.06
No. 8	211.9	136.0		1.56
No. 9	113.3	74.9		1.51
No. 10	208.4	136.0		1.53

破壊形式
 : 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 (* No.2 は破断まで引き込めず、ねじ部の降伏で実験を終了した)
 : 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 (** No.4 はアンカーボルトを鉛直に引き込めず特異な破壊となった。この最大引抜き荷重は、無収縮モルタルとコンクリートの付着面が剥離した時点の値を採った)

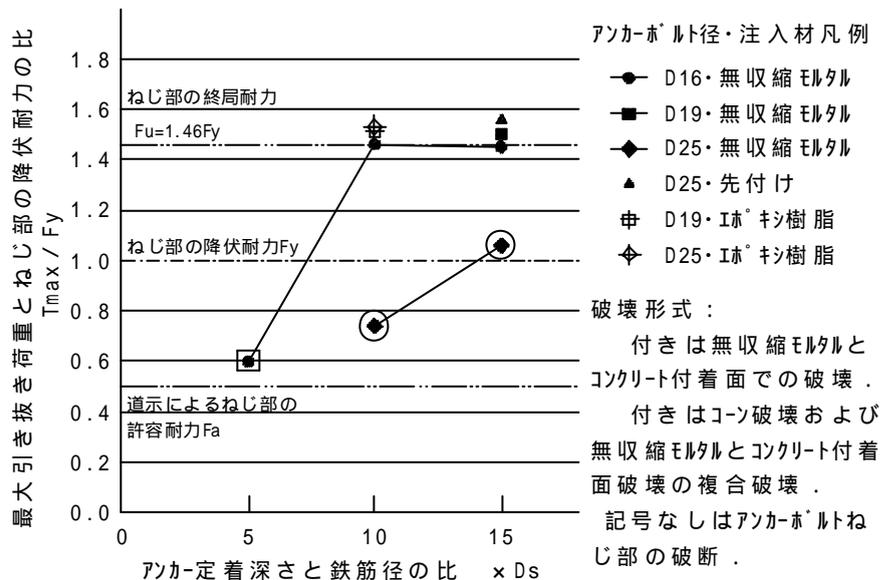


図1 アンカーボルト径、定着深さと最大引抜き荷重の関係

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
- 3) 建設コンサルタント協会近畿支部：複合橋梁形式と細部構造および設計法に関する調査研究,平成16年4月