

I - 460

付着型アンカーボルトを用いた鋼製橋脚定着部の現場付着試験

名古屋高速道路公社 正員 前野裕文 森 成顯
愛知県 正員 塚上久司
松尾橋梁（株） 正員 〇永岡 弘 鍵和田 功

1. はじめに

鋼製橋脚のコンクリートフーチングへの定着法として、スタッド付き太径異形棒鋼をアンカーボルトに用い、その付着力により定着させる直接定着方式の実用性・有用性を実験的、理論的に明らかにしてきた¹⁻⁵⁾。これらの研究を踏まえ、今回、名古屋高速で直接定着方式を採用した。しかしながら、既往の研究では機械切削による異形棒鋼を使用していたのに対し、今回は圧延形成による太径異形棒鋼を用いたため、スタッドを取り付けた状態での付着強度の確認と、実構造物における弾性範囲内の付着試験を実施した。その結果について報告する。

2. 鋼製橋脚の概要

直接定着方式を適用した鋼製橋脚は支間約 40mの4径間連続ラーメン鋼床版箱桁の下部工でありその断面を図1に示す。対象とした鋼製橋脚は交差点位置と基礎工事の作業スペースの関係からフーチング寸法に制約を受け、かつ脚柱位置が大きく偏心する。そのため、アンカーボルトからフーチング縁端までの距離が少なくせん断補強筋を密に配置する必要が生じた。しかし、従来の定着方法であるアンカーフレーム方式では、アンカービームの幅が大きく、せん断補強筋の配筋作業が難しいと考えられたため、アンカービームの無い直接定着方式を適用し、これらの問題の解決を図った。

3. 圧延異形棒鋼の立方体型引き抜き付着試験

名古屋高速道路公社の「直接定着方式の設計指針(案)」で設定した許容付着応力度に対する圧延異形棒鋼の付着強度の検証を目的に、JIS原案⁶⁾の立方体型コンクリート供試体を用いた引き抜き付着試験を実施した。異形棒鋼は橋脚の本体アンカーボルトと同一の材料で(住友金属工業(株)製 D120, SM490A相当)、直径 $D=120\text{mm}$ 、節突起は高さ 4mm、ピッチ40mmであり、その断面2箇所の平坦面に $\phi 19\text{mm} \times 130\text{mm}$ のスタッドを設計ピッチ95mmで溶接した。

供試体3体を平均した付着曲線を図2に示す。設計指針(案)において終局付着強度と定義したスタッドを含む平均付着強度 $\tau_{0.2}$ (棒鋼自由端側の相対ずれが棒鋼径の0.2%相

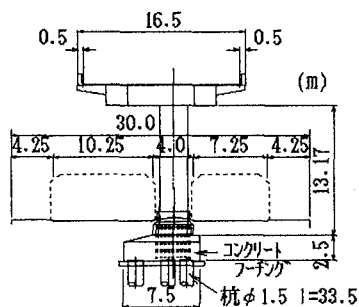


図1 橋脚一般図

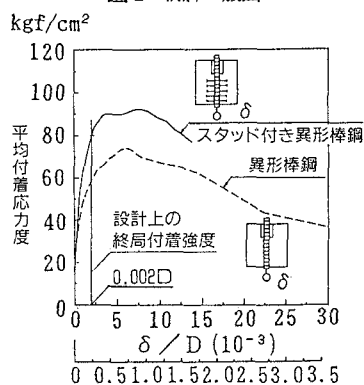


図2 平均付着応力度と自由端すべり

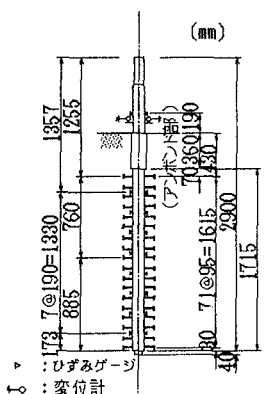


図3 試験用アンカーボルト

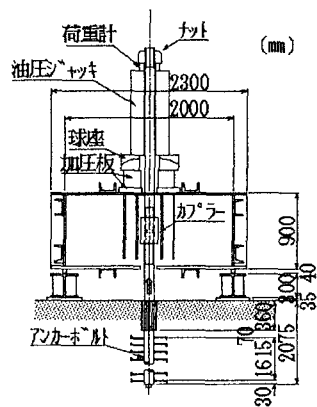


図4 試験体の載荷図

当時の平均付着応力)は 79kgf/cm^2 であり、コンクリート強度 210kgf/cm^2 における許容付着応力度 26kgf/cm^2 に対し約3倍と十分な強度が確認できた。

4. 現場引き抜き試験

(1) 試験内容：試験用アンカーボルトは実際のコンクリートフーチングのほぼ中央に埋め込み、図3に示すように上部にはアンボンド部3Dを設け、実定着長は14Dとした。

載荷装置の概略を図4に示す。載荷はアンカーボルト1本当たりの常時設計荷重に対応する引き抜き力 $P=170\text{tf}$ と、地震荷重に対応する $P=230\text{tf}$ においてそれぞれ5サイクルの繰り返し載荷を行った。この載荷方法を1セットとして3セットの繰り返し載荷を行った後、フーチング表面のひび割れおよびアンカーボルトの降伏が生じない範囲での最大荷重を載荷した。

鋼材の機械的性質を表1に、試験時のコンクリート強度を表2に示す。

(2) 結果および考察：載荷荷重に対するアンカーボルトとコンクリートとの相対ずれ変位の関係を図5に示す。これから、荷重とずれ変位の勾配は繰り返し載荷を行っても変化せず、安定した挙動を示している。また、最大荷重を載荷した場合の残留ずれ変位の累積値は 0.17mm 以下であり、これが橋脚ベースの回転変形として上部の道路面に及ぼす影響は本橋脚の場合約 0.7mm の鉛直変形と僅かである。

ひずみ測定によるアンカーボルト軸応力の区間差から求めたスタッドを含む平均付着応力の分布を図6に示す。付着応力の分布形状は定着部の上端付近で最大となる逆三角形に近くっており、地震時設計荷重を超えて載荷した最大荷重 $P=230\text{tf}$ においてもこの分布形状は崩れずに、変形挙動と同様に安定した定着挙動を示している。なお、既往の研究²⁾の全体模型実験によれば、最終耐力付近の付着応力分布は、曲げひび割れの発生等により、アンカーボルトの下端側でも応力が大きく、ほぼ一様分布を示すことが分かっている。この差は、今回の試験がアンカーボルト1本への載荷であり、マシブなフーチング内での応力変化も小さく、かつ棒鋼の相対ずれ変位が小さいためと考えられる。

5. おわりに

① 今回、名古屋高速で直接定着方式のアンカーボルトとして採用し

たスタッド付き圧延異径棒鋼(D120mm)は、設計上必要な付着強度を有することを確認した。

② 実際のコンクリートフーチングに埋め込んだアンカーボルトは、現場付着試験によれば常時および地震時設計荷重に対して十分な定着耐力を有することが分かった。

試験にあたっては、名古屋工業大学社会開発工学科後藤芳頭教授、小畑誠助教授にご指導をいただき、また住友金属工業(株)小林洋一氏のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

1-4) 前野・後藤ほか：第2回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，pp.403-410, 1989・構造工学論文集，Vol.39A, pp.1321-1334, 1993・土木学会論文集，第441号／I-18, pp.185-192, 1992・土木学会論文集，第441号／I-18, pp.87-96, 1992.1

5) Y.Goto et al.: A New Bond-Type Anchorage System for Steel Pipes, PSSC, pp.971-978, Tokyo, 1992

6) 村田：引き抜き試験法による鉄筋とコンクリートの付着強度試験法(案)，コンクリート工学，Vol.23, No.3, pp.8-11, 1985

表1 鋼材の材料特性

項目	降伏点 (kgf/cm^2)	引張強さ (kgf/cm^2)	伸び (%)
アンカーボルト	3550	5880	31
スタッド	3610	4700	26

表2 コンクリートの材料特性

圧縮強度 (kgf/cm^2)	引張強度 (kgf/cm^2)	ヤング係数 (kgf/cm^2)	*アス比 (%)
227	22.2	2.65×10^6	0.175

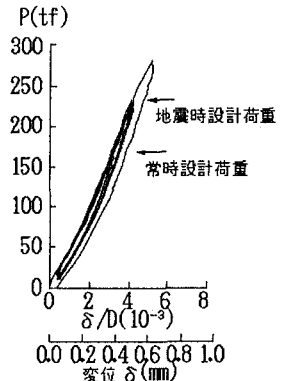


図5 引き抜き荷重Pと相対ずれ変位 (3セットの繰り返し時)

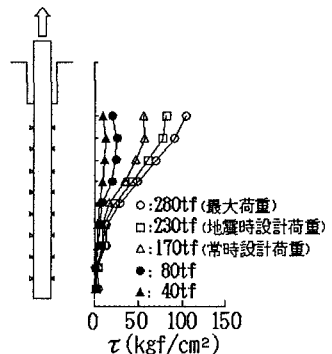


図6 付着応力分布