頭付きスタッドを用いた鋼-コンクリート接合部の耐力評価に関する実験的研究

(独)	土木研究所	正会員	○遠藤	繁人

- (独) 土木研究所 正会員 和田 圭仙
- (独) 土木研究所 非会員 七澤 利明

1. 目的

橋台部ジョイントレス構造における鋼桁と鉄筋コンクリート橋台の接合部(以下,鋼-コンクリート接合部と称す) に一般的に用いられている頭付きスタッド(以下,スタッドと称す)の既往の研究成果では、曲げモーメントを受 ける部位での耐力特性は明らかにされておらず、地震時挙動に対する知見や具体的な照査方法等が明らかでない。 そこで本研究では、スタッドを用いた鋼-コンクリート接合方法を対象とし、スタッド本数を変化させた実験供試体 を作製して、接合部に曲げモーメントを作用させるような正負交番載荷実験を実施した。この実験により、鋼-コン クリート接合部における耐力及び抵抗特性を解明し、将来的には要求性能を満足させる照査方法や構造細目等を確 立していくことを目的としている。

2. 正負交番実験の概要

り厚さ約 5mm の発泡ス チロールを設置した。

載荷方法は,軸力載荷

点位置の鉛直変位 $\delta_v =$ 7.1mm を載荷基本変位

1δ_vと設定し,変位制御

つ増加させた載荷を

 $\pm 2\delta_v$, $\pm 3\delta_v$...として, 各

正負交番載荷を1 サイ

クル載荷で行った。ここ

で,載荷基本変位1δ_vは,

表-1 に供試体の諸元,図-1 に供試体と実験装置の概要図を示す。想定橋梁は,設計・施工ガイドライン(案)) に示されているインテグラルアバット構造の適用範囲のうち, 接合部の断面力が厳しくなる橋長 40m, 橋台高 10m の橋梁である。この想定橋梁に対し、平面骨組解析により接合部の最大発生断面力(温度上昇時、側圧両載)を試 算し、供試体の設計断面力は想定橋梁の発生断面力と等しくなるように断面力換算して設定した。縮尺は、実験装 置の制約から実橋の約1/3とした。ただし、スタッドと鋼桁上フランジ竪壁厚は、本研究が実橋における作用力に 対する耐力及び抵抗特性の解明であることから実寸とした。

供試体は図-2に示す3体(Case1.Case2.Case3)である。この3体の違いは鋼桁フランジに配置されたスタッド本 数である。実験に用いたスタッドは一般的に採用されている軸径 d : 19mm, スタッド全高 H : 150mm を採用した。 上下部接合部の断面力に対するスタッドずれ抵抗の考え方は,既往の研究²⁾を参考に,曲げモーメントに対して上 下フランジに配置されたスタッドがそれぞれの偶力に抵抗し、せん断力に対してウェブに配置されたスタッド、ま た、軸力に対しては上下フランジ及びウェブに配置された全てのスタッドが抵抗すると想定した。この想定に基づ き,道路橋示方書II鋼橋編(以下,道示IIと称す)³⁾に示されている,コンクリート床版と鋼桁のずれ止めに用い

るスタッドの許容せん断力の算定式を用いて必要ス タッド本数を算出した。ここで、Casel はせん断耐力 に対して安全率6を有する道示Ⅱのスタッドの許容せ ん断力から算出した必要スタッド本数の1/2本(上下 フランジスタッド 12本), Case2 は 1/4本(上下フラ ンジスタッド6本)を配置し, Case3 はフランジスタ ッドを配置しない供試体とした。また,実際の施工で のコンクリートの充填不足の状態を想定して,上下フ ランジ下面全面にわた

表-1 供試体の諸元				
縮尺	実橋の約 1/3 (ただし,スタッドと 鋼桁上フランジ竪壁厚は実寸)			
鋼桁高	715mm			
竪壁厚, 鋼桁埋込長	竪壁厚 700mm,埋込長 585mm			
設計断面力 (供試体換算)	曲げモーメント M=260kN・m せん断力 S=270kN 軸力 N=190kN			



キーワード 橋台部ジョイントレス構造,頭付きスタッド,正負交番載荷実験,耐力特性 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773 連絡先

Casel において,初めにスタッドがせん断降伏に達すると想定される竪壁前面側のスタッド基部(図-1参照)のせん断力を推定し,スタッド基部がこのせん断力に達したときの軸力載荷点位置の鉛直変位から設定した。また,Case2,Case3 にも同じ載荷基本変位を適用した。



3. 正負交番実験の結果

図-3に Case1~Case3 の軸力載荷点位置における鉛直荷重-鉛直 変位関係の履歴曲線を示す。各サイクルにおける Case1 の最大荷 重は Case3 の最大荷重の 1.9~2.0 倍, Case2 の最大荷重は Case3 の最大荷重の 1.5~1.6 倍であり,接合部の耐力はスタッドの本数 の増加に伴い増加しているのが確認できる。なお,スタッドを配 置していない Case3 においても,上下フランジスタッド各 12本 を配置した Case1 の半分程度の耐力を有しており,これはコンク リート支圧抵抗力等によるものと考えられる。現在,一般に接合 部の耐力はスタッドせん断抵抗力のみを考慮しているが,今回の 実験結果や設計・施工の実態を踏まえて適切な設計方法を提案し ていくことが必要と考えられる。

図-4にスタッドを有する Case1 及び Case2 の各サイクルの最大 荷重とスタッドを有さない Case3 の各サイクルの最大荷重との 差分をフランジの偶力に換算し,その値をそれぞれのスタッド本 数で除したものを示す。なお、図-4 の赤線は道示 II に示されて いる算定式で算出したスタッドの許容せん断力を 6 倍したスタ ッドせん断耐力 99.6kN を示している。これは、スタッドの許容 せん断力が破壊に対して 6 以上の安全率を有することによる。図 -4 より、載荷サイクルが増加するにつれてスタッドせん断耐力 に近づく傾向にあり、スタッドせん断抵抗が機能していることが わかる。また、Case1 と Case2 では各サイクルにおいて概ね同程 度の値を示しており、接合部の耐力とスタッド本数は概ね比例関 係にあることが確認できる。

図-5 に Case1~Case3 の軸力載荷点位置における鉛直荷重-鋼桁 上フランジ上部における竪壁前面と鋼桁の相対変位関係の履歴 曲線を示す。ここで、変位の一側は鋼桁の抜出し側、+側は鋼桁 の押込み側である。スタッドを配置した Case1, Case2 の履歴曲 線には大きな違いは見られないが、Case3 は交番載荷を繰り返す につれて徐々に抜出し変位が大きくなることが確認できる。この ことから、正負交番載荷に対してフランジスタッドが鋼桁の抜け 出し防止の機能を果たしていることがデータからも裏付けられ た。

荷重变位曲线

図-3 鉛直荷重-鉛直変位関係の履歴曲線



竪壁前面と鋼桁の相対変位関係の履歴曲線

4. まとめ

本研究の結果,接合部の耐力とスタッド本数は概ね比例関係にあることが確認できた。また,接合部の正負交番 挙動に対して,フランジスタッドが鋼桁の抜け出し防止の機能を果たしていることがデータから裏付けられた。今 後,供試体内部に設置した多数のひずみゲージを分析することにより,接合部の耐力及び抵抗特性を更に解明して いく予定である。

謝辞:本実験に際して,大阪工業大学の栗田章光教授,大阪大学の小野潔准教授並びに(社)日本橋梁建設協会に 多大なるご協力を頂いた。記して関係各位に感謝の意を表します。

参考文献 1) 独立行政法人土木研究所:インテグラルアバット構造の設計・施工ガイドライン(案),2012,2) 芦塚憲一郎,宮田弘和,坂手道明, 木曽収一郎,栗田章光:直接基礎を有する鋼ポータルラーメン橋の設計と剛結部構造の合理化,構造工学論文集,Vol.53A,pp.936-945,2007.3,3) (社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説II鋼橋編,2012.3