

突起付き形鋼を用いた開断面箱桁複合ラーメン橋の剛結部の正負交番载荷実験

川鉄橋梁鉄構(株) 正会員 上村明弘 正会員 熊野拓志
 前田建設工業(株) 正会員 赤坂雄司 正会員 原 夏生

1. はじめに

都市内における立体交差事業では、初期建設コストの縮減と同時に急速施工や省スペース化、景観性などが要求されており、これらに対応する工法として、図-1 に示すように柱脚部は突起付き H 形鋼(ストライプ H, 以下 SH と略す)を用いた鉄骨コンクリート構造とし、上部工に突起付き T 形鋼を用いた開断面箱桁複合ラーメン橋を提案している。この剛結部の耐荷力の検証を目的として、縮小模型による正負交番载荷実験を実施した。本文はその実験結果について報告するものである。



図-1 開断面箱桁複合ラーメン橋の概念図

2. 実験概要

実験供試体は実橋の 1/4 スケールで中間支点部をモデル化したものとし、剛結部は図-2 に示すように T 形状の主構部材 4 本と支点上横梁により構成される 3 つの鋼殻内にコンクリートを充填し、柱脚側の SH を 3 本または 2 本ずつ定着させる構造とした。SH は突起部を実橋と同じサイズ（高さ 1.5mm、間隔 15mm）に機械加工したビルトアップ材とし、そのフランジ面は主構ウェブと平行に配置した^{2),3)}。また鋼殻内の主構ウェブにはスタッドを配置した。

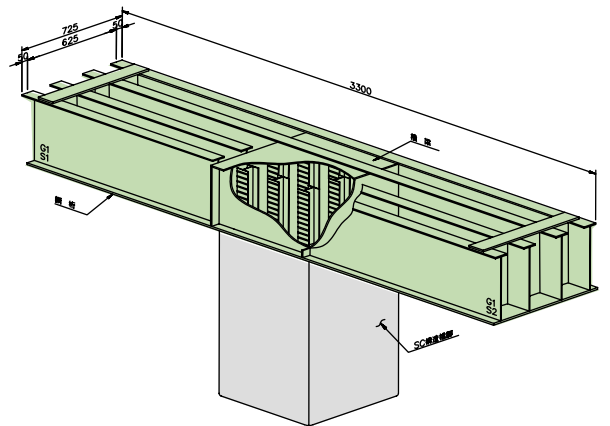


図-2 引抜実験供試体概要図

载荷は上部工の自重相当の軸圧縮力を柱脚部に作用させた状態で、水平荷重を降伏水平変位 y の整数倍毎に除载荷を繰り返す漸増载荷方法とした。ここで、降伏水平変位 y は、柱脚断面の引張側 SH が降伏ひずみに達した時の水平変位とした。図-3 に载荷装置の概略図を示す。主な計測項目は柱脚部および鋼桁部の変位、SH の定着部先端と鋼殻の相対変位、SH の軸方向ひずみ、ならびに鋼桁各部のひずみとした。コンクリートおよび鋼板の材料試験結果は表-1 に示す通りである。なお、高強度コンクリートを使用することで必要定着長を短縮することも可能である²⁾が、今回は試設計の結果より柱脚部、剛結部とも普通コンクリートを使用した。

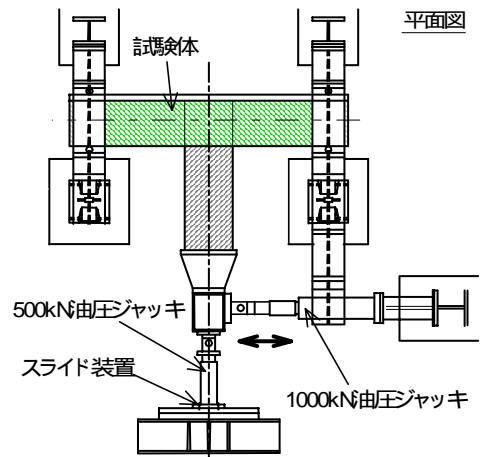


図-3 载荷装置の概略図

3. 実験結果

3.1 柱脚部の変形性能

水平荷重と载荷点水平変位量の関係は図-4 に示す通りである。

表-1 材料試験結果

(a)フレッシュコンクリートの特性				
種類	呼び強度 (N/mm ²)	最大骨材寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)
剛結部	普通 30	10	10.5	4.5
柱脚部	普通 30	10	17.5	3.6

(b)硬化コンクリートの力学的特性

	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
剛結部	36.8	2.95	29.2
柱脚部	33.8	3.00	23.6

(c)使用鋼材の機械的性質

使用箇所	鉄筋		鋼板			
	柱脚部帯鉄筋	突起付きH形鋼	鋼主桁Flg.web		鋼主桁Flg.web	
板厚(径)	D10	9mm (1)	9mm		9mm	
材質	SD345	SS400	SM490A		SM490A	
項目	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
試験値	378	557	297	440	473	575
公称値	345 ~ 440	490以上	245以上	400 ~ 510	325以上	490 ~ 610

1 突起部は切削加工

キーワード：剛結構造，正負交番，载荷実験，突起付き H 形鋼，SC 構造，立体交差，急速施工

連絡先： 〒111-0051 東京都台東区蔵前 2 丁目 17 番 4 号 TEL：03-5825-1757 FAX：03-5825-1697

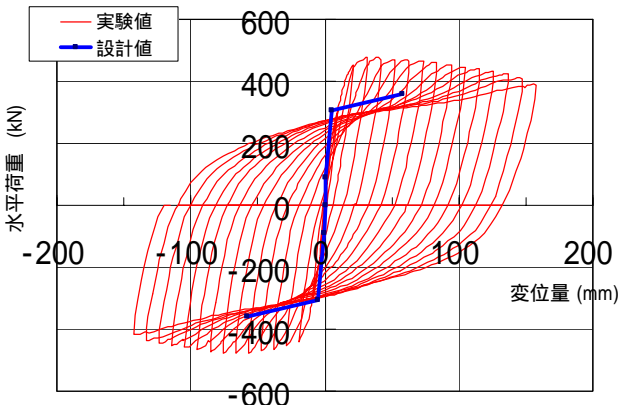


図-4 水平荷重-変位関係図

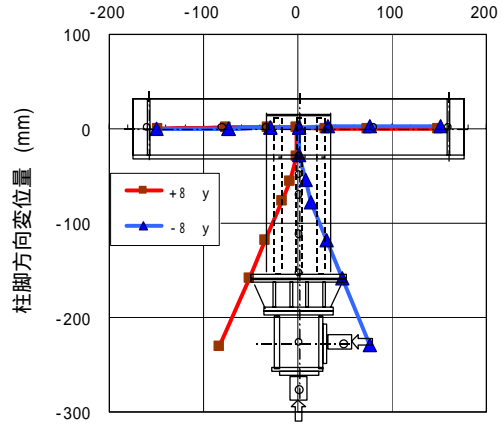


図-5 変形図

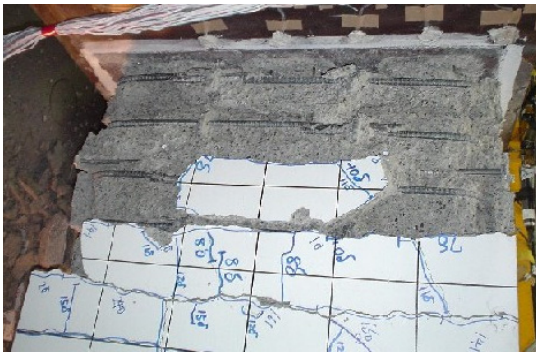


写真-1 実験終了時の柱脚損傷状況(フランジ直下)

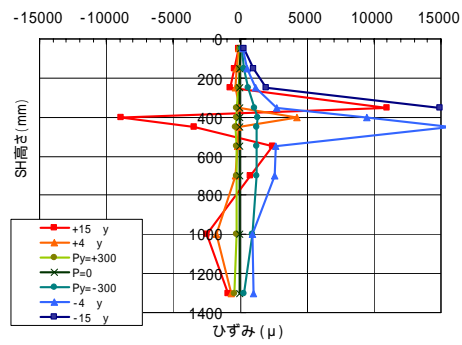
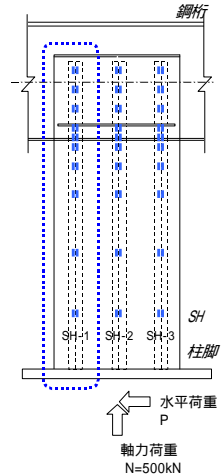


図-6 SH ひずみ分布図



また、同図には道路橋示方書に準拠した設計値も合わせて示している。実験供試体は負側 121kN 載荷時にひび割れが発生し、4 y 載荷時に正側最大荷重 477kN、-8 y 載荷時に負側最大荷重-477kN をそれぞれ記録した。最大荷重到達後、水平荷重は徐々に低下し、-15 y 載荷時点でスライド装置の移動限界に達したため実験終了としたが、道路橋示方書による最大荷重(369kN)および終局変位(6 y)を上回る変形性能を有することを確認できた。

8 y 正側載荷時および-8 y 負側載荷時における供試体変形図は図-5 に示す通りである。鋼桁のたわみ量と比較し、剛結部近傍の柱脚部においてたわみ角が大きくなっており、この位置に塑性ヒンジが形成されていることが確認できる。また写真-1 に示すように、実験終了時においてかぶりコンクリートは剥落したものの、SH および帯鉄筋の破断は観察されなかった。

3.2 剛結部の定着性能

各荷重ステップにおける SH 軸方向のひずみ分布は、図-6 に示す通りである。降伏水平荷重時まで SH 全長にわたり弾性範囲内であり、それ以降に剛結部近傍の柱脚部（塑性ヒンジ部）と剛結部の SH に降伏値を大きく超えるひずみが発生している。ここで、剛結部における降伏域は比較的短く、また定着先端部の発生ひずみは弾性範囲内となっており、SH 定着部は最大荷重時においても設計上の有効定着長の範囲において健全な状態であると考えられる。なお、主桁および横梁各部の応力度もほぼ設計値通りであった。

4. まとめ

本載荷実験により、突起付き H 形鋼を柱脚部に、突起付き T 形鋼を上部工に用いた開断面箱桁複合ラーメン橋の剛結部について、下記に示す構造特性を明らかにした。

柱脚部が各種指針に準拠した計算結果を上回る耐力と十分な変形性能を有する

柱脚部終局時においても SH 定着部が十分な引抜耐力を有する

参考文献

- 1) 横沢, 上村, 小林, 赤坂: RELIEF(リリーフ)工法で渋滞解消 - コストパフォーマンスと景観に優れたハイパーブリッジで魅力あるまちづくり -, 土木技報, 59 巻 4 号. 2004. 4
- 2) 熊野, 神田, 赤坂, 原: 突起付き H 形鋼を用いた合成床版橋と SC 柱脚剛結部の引抜耐力に関する実験的研究, 年次学術講演会講演概要集, 土木学会, Vol. 60, CS2-032, 2005 年 9 月
- 3) 小原孝之ら: 鋼桁と突起付き H 形鋼を用いた SC 柱脚との剛結部構造の提案, 構造工学論文集, Vol. 50A, pp1071-1082, 2004. 3