

突起付き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

川鉄橋梁鉄構(株) 正会員 〇熊野拓志 正会員 神田恭太郎
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

都市部における慢性的な交通渋滞の解消は、都市再生事業の中でも最重要課題と位置付けられており、オーバーパス方式による立体交差工法の開発・事業化が積極的に推進されているところである。立体交差事業では、一般に急速施工、省スペース化ならびに景観性などが要求されており、これらと初期建設コストの縮減に対応可能な方策の一つとして、上部工構造高の低減と橋脚との剛結構造の採用によるアプローチ部を含む施工延長の短縮があげられる。具体的構造としては、突起付き T 形鋼を用いた鋼・コンクリート合成床版橋と、突起付き H 形鋼(ストライプ H, 以下 SH と称す)を用いた鉄骨コンクリート複合構造(以下, SC 構造と称す)柱脚を剛結する工法があり、同工法によれば、鋼床版箱桁橋など従来工法との比較において、施工延長を最大約 15%短縮し、また工期を 1/2 ~ 1/3 に短縮出来るとの試算結果¹⁾もある。

合成床版橋と SC 構造柱脚の剛結部は、図-1 に示すように上部工の主桁(突起付き T 形鋼)と支点上横梁のウェブで構成される鋼殻内に柱脚側の複数本の SH が配置され、コンクリートが充填された構造である。

本文は、当該剛結部における SH の引抜耐力を評価するための基礎研究として実施した定着部引抜実験の結果について報告するものである。

2．実験概要

実験供試体は、図-2 に示すように主桁 2 本と横梁ウェブにより構成される鋼殻内に、SH を 1 または 3 本配置してコンクリートを充填した構造とし、実橋の 1/4 スケールとした。また SH フランジに相対する主桁ウェブ相当鋼板にはスタッドジベルを配置した。供試体の構造諸元は表-1 に示す通りであり、H 形鋼の本数や水平補剛材の有無、コンクリート強度をパラメータとして計 5 体とした。また、SH はビルトアップ材とし、フランジ鋼板の突起部は実橋と同じサイズ(高さ 1.5mm、間隔 15mm)に機械加工して製作した²⁾。

載荷は荷重制御とし、設計ひび割れ荷重 P_c の整数倍毎に除載荷を繰り返す方法とした。変位の計測点は、SH の埋込部先端と充填コンクリートの相対変位、鋼殻と充填コンクリートの相対変位とし、また SH や鋼殻のひずみも計測した。コンクリートおよび鋼板の材料試験結果は表-2 に示す通りである。コンクリートは普通コンクリートを基本とし、必要

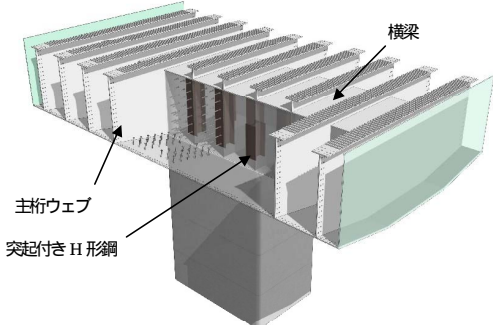


図-1 合成床版橋剛結部の概念図

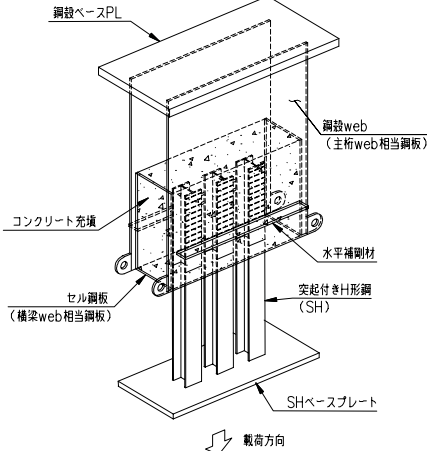


図-2 引抜実験供試体概要図

表-1 供試体の構造諸元

No	供試体名	H形鋼 本数 (本)	定着長 (mm)	コンクリート 呼び強度 (N/mm ²)	水平 補剛材 段数	主桁ウェブ 間隔 (mm)	横梁ウェブ 板厚 (mm)	間隔 (mm)	板厚 (mm)
1	1SH-0H	1	190	30	0	200	9	600	9
2	1SH-1H				1				
3	1SH-2H				2				
4	3SH-fc30	3	95	60	1				
5	3SH-fc60								

注)1.部材寸法 突起付きH形鋼: H75x75x6(4.5)x4.5, 水平補剛材: 50x9

表-2 材料試験結果

(a)フレッシュコンクリートの特性

No	種類	呼び 強度 (N/mm ²)	最大骨材 寸法 (mm)	スランブ (スランプフロー) (cm)	空気量 (%)
1-4	普通	30	10	11.5	4.1
5	高流動	60	10	55.0x55.0	6.5

(b)硬化コンクリートの力学的特性

No	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比
1-3	35.8	2.99	23.5	0.14
4	34.6	3.28	23.6	0.14
5	72.3	3.45	30.3	0.09

(c)使用鋼板(SM490A)の機械的性質

板厚 (mm)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソ ン比	伸び率 (%)
9	473	575	-	-	0.23

鋼殻・水平補剛材: 9mm, H形鋼のウェブ, フランジ: 9mmから切削加工

キーワード: 剛結構造, 突起付き H 形鋼, SC 構造, 立体交差, 急速施工, 高流動コンクリート

連絡先: 川鉄橋梁鉄構(株) 橋梁事業本部 技術部 開発技術室

〒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

定着長の短縮を目的として、呼び強度 60N/mm^2 の高流動コンクリートを使用したものを 1 体用意した²⁾。

4. 実験結果

4.1 荷重と相対変位の関係

引抜荷重と鋼・コンクリート相対変位量の関係を図-3 に示す。SH 1 本タイプの最大荷重については、水平補剛材のない実験供試体 No.1 の最大荷重($P_{\max}$) 290.8kN に対し、水平補剛材を 1 段取り付けた供試体 No.2 では 327.6kN (13%増)、2 段の供試体 No.3 では 398.1kN (37%増) と大幅な増加が見られた。これは補剛材により鋼殻の面外剛性が増加したことで、鋼材突起面とコンクリート境界面のずれに伴いコンクリートが突起を乗り越えようとして鋼殻を押し上げる力に抵抗したためであると考えられる。また供試体 No.2 の方が No.1,3 より初期勾配が大きいのは、コンクリート面外変形をより効果的に抑えられる位置に水平補剛材が存在したことによるものと推察できる。

供試体 No.4 (SH 3 本タイプ)と No.2(同 1 本タイプ)において、SH 1 本当りりの最大荷重を単純比較すると、No.4 の方が 29%小さい値となっている。供試体 No.4 は、No.2 と面外剛性が同一であるため、SH 1 本当りりの面外変形拘束度が No.2 より小さくなり、SH 1 本当りりの最大荷重が小さくなったと考えられる。ウェブの面外剛性を大きくすることにより最大荷重を増大出来ると思われる。

高流動コンクリート fc60 を用いた供試体 No.5 は、普通コンクリート fc30 の No.4 (定着長 $L=190\text{mm}$) と比較し、定着長を 95mm に半減させたがほぼ同じ最大荷重となった。これは、コンクリート強度を高くすること、およびブリーディングを減少させることにより付着強度が増大することを示しており、文献 2)と同じ結果となった。高強度コンクリートを使用することにより、設計上必要な定着長の短縮が可能であることを確認できた。

また、文献 2)の適用範囲外ではあるが、同文献で提案されている付着強度算定式により供試体 No.1 の引抜耐力を試算した結果を図-3 に示す。鋼殻を適切に補剛することにより同等の耐力を期待出来る可能性がある。

4.2 ひび割れ状況

ひび割れ状況の一例として、図-4 に供試体 No.1 および 4 の SH 抜け出し側コンクリート表面のひび割れ状況を示す。SH 1 本タイプの No.1 はフランジコーナー部から割裂ひび割れが発生し、一方 SH3 本タイプの No.4 は 3 本の SH が一体となって抜け出していることが観察された。

5. まとめ

今回の実験により、ウェブに水平補剛材を設置することにより引抜耐力が向上すること、1 つの鋼殻に SH を複数本定着すると一本当たりの引抜耐力は低下すること、コンクリート強度を高くすると必要定着長を短くできること、を確認した。鋼殻補剛効果の定量的評価方法、横梁下フランジのモデル化による実橋の拘束条件に近い状態での引抜耐力の検討については今後の課題である。

【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 -, 土木技術, 59 巻 4 号, 2004.4
- 2) 小原孝之ら: 鋼桁と突起付き H 形鋼を用いた SC 柱脚との剛結構造の提案, 構造工学論文集, Vol.50A, pp1071~1082, 2004.3

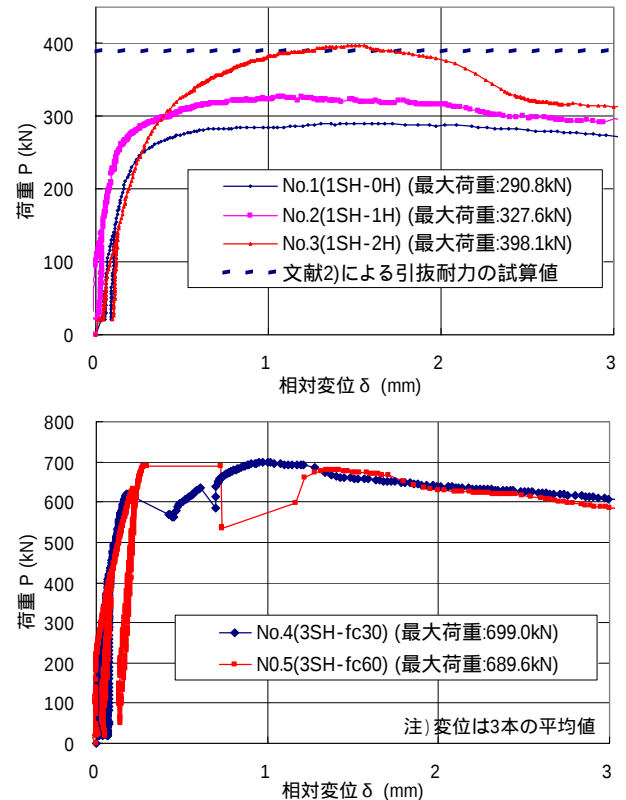


図-3 荷重と突起付き H 形鋼相対変位量の関係

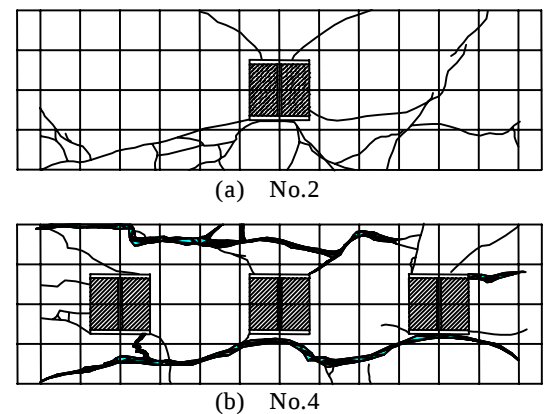


図-4 ひび割れ状況