

辺長比が大きい柱のせん断耐力向上に関する一実験

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 岩瀬 武
 北海道開発局 開発土木研究所 正会員 西 弘明
 北海道開発局 開発土木研究所 正会員 谷本 俊充
 (株) 構研エンジニアリング 正会員 牛渡 裕二

1 まえがき

RC橋脚の耐震性を検討するにあたって、ねばり強さ（じん性）を付与する事は重要である。具体的には、橋梁設計に関して、昭和55年の新耐震設計法（道路橋示方書第5編）から橋脚の変形性能の照査がもりこまれ、平成2年の改訂では変形性能の他にせん断耐力の照査、さらには平成7年の基準（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）においては横拘束筋の効果が新しい知見として示めされている。

このように、RC橋脚の耐震性の検討においては、せん断耐力の照査が現在の重要な視点となっていると考えられる。しかしながら、既往の研究においては新設橋の設計（せん断耐力）に関する論文は出されているが既設橋のせん断補強さらには辺長比が大きい（橋軸方向1に対して直角方向2～4：国道河川橋相当）壁式橋脚に関する荷重－変形特性に関する報告は少ないようである。

本論では、辺長比1：4のせん断破壊模型を用い、既設橋の主鉄筋段落とし点のせん断補強に関する実験を行ったので、これを報告する。

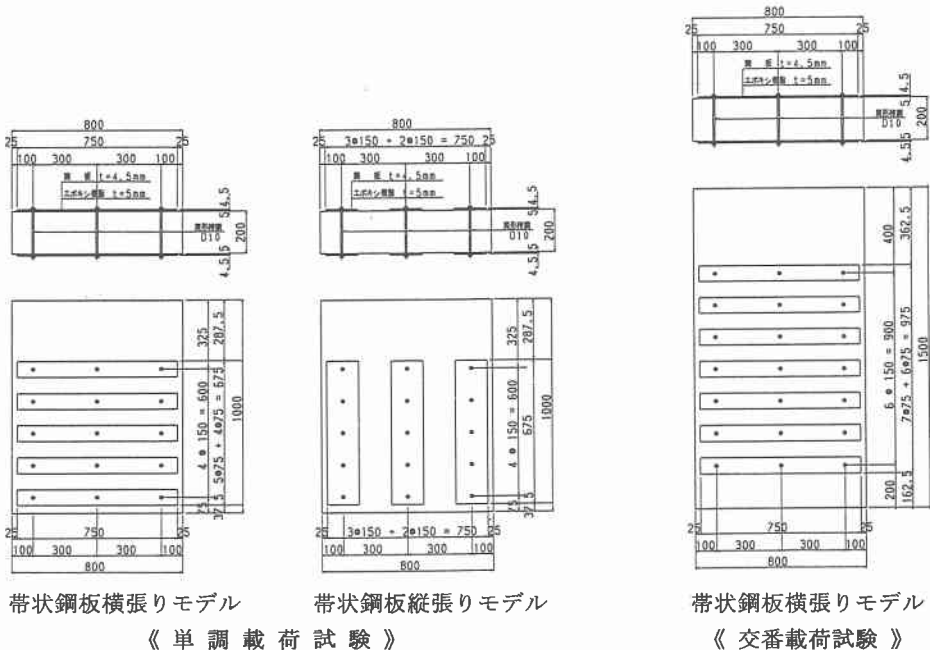


図-1 帯状鋼板の補強モデル

An Experiment for Improvement of Shear Strength of RC Flat Section Columns

Takeshi IWABUCHI, Hiroaki NISHI, Toshimitsu TANIMOTO, Yuji USHIWATARI

2 実験概要

2.1 実験方法

曲げ・せん断耐力の向上及び変形性能の向上を確認するため2種類の実験を行った。主に前者の確認には単調載荷試験を、後者には交番載荷試験を行い効果を検討した。

単調載荷試験は、油圧ジャッキを用いて一定の速度で荷重を載荷し、供試体の破壊までの荷重－ひずみを測定した。交番載荷試験は、油圧ジャッキによる載荷速度を約1cm/secとし、供試体には実橋と同等の軸圧縮応力度を与えるため、頭部に20tf重錘（鉛製）を取り付けている。計測項目は変位と、コンクリートおよび鉄筋のひずみとした。荷重の載荷は $1 \cdot \delta y$ （降伏変位）まで荷重制御（鉄筋のひずみで管理）とし、その後は δy ずつ整数倍の変位制御とした。

2.2 供試体の諸元

実験ではせん断耐力の乏しい壁式橋脚の補強方法とその効果の実証を目的とするため、帯鉄筋は配置しないものとする。また、せん断補強としては図-1に示す様に帯状鋼板を縦方向および横方向にボルトで取り付けた。各供試体の諸元を表-1に示す。

表-1 供試体諸元

柱高	1.000 m	1.000 m	1.000 m	1.500 m	1.500 m
断面	20cm×80cm	20cm×80cm	20cm×80cm	20cm×80cm	20cm×80cm
鉄筋量	D25×32本	D25×32本	D25×32本	D13×24本	D13×24本
補強	無し	帯状鋼板(縦)	帯状鋼板(横)	無し	帯状鋼板(横)

3 実験結果と考察

3.1 単調載荷試験

実験から得られた荷重－変位曲線を図-2、図-3、図-4に、設計で得られた荷重－変位曲線を図-5、図-6に示す。図-2は無補強モデルで、最大耐力は19tfである。図-3は帯状鋼板の横張りモデルで、無補強に比べ耐力が約14tf大きくなっている。図-4は帯状鋼板の縦張りモデルで、これも無補強に比べ耐力は向上しているものの横張りほどではなく、約11tfの上昇である。このように帯状鋼板で補強することによって、約5～7割耐力が向上する。図-5は主鉄筋段落し無しのモデルで、図-6は主鉄筋段落し有りのモデルで計算した結果をグラフにしたものである。実験値と設計値を比較すると、耐力及び変形性能ともに設計値より実験値が上回っていることがわかる。この際、鋼板横張りモデルにおいては、帯状鋼板およびボルトは横拘束効果に寄与すると考えられるため、これらを帯鉄筋に換算し解析する。鋼板縦張りモデルにおいては、帯状鋼板は横拘束には寄与せず曲げにのみ有効と考え、主鉄筋に換算する、ただし、ボルトはせん断に有効に働くと考えられるため中間帯鉄筋に換算する。

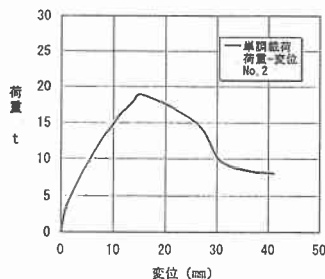


図-2 無補強モデル

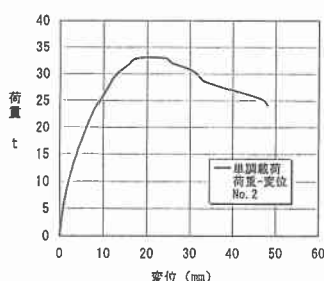


図-3 鋼板縦張りモデル

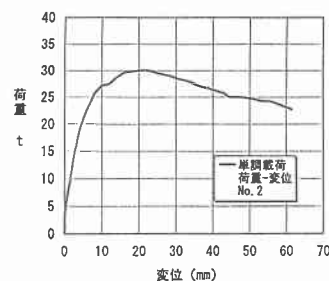


図-4 鋼板横張りモデル

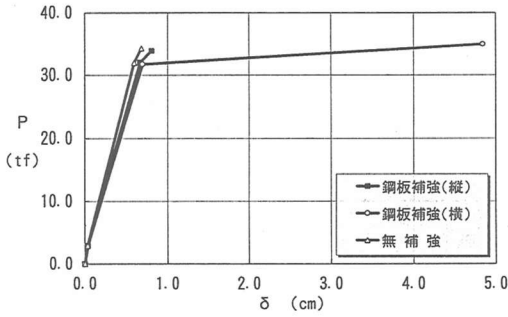


図-5 主鉄筋段落し無しのモデル

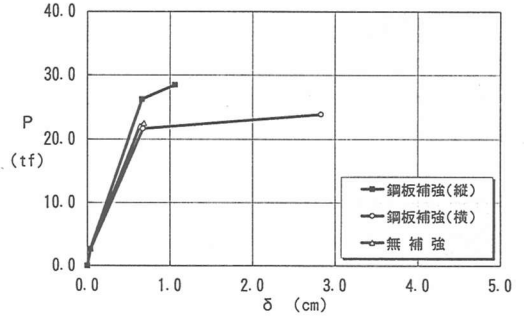


図-6 主鉄筋段落し有りのモデル

3.2 水平交番載荷試験

荷重-変位の履歴曲線を図-7、図-8に示す。図-7は無補強モデル、図-8は帯状鋼板の横張り補強モデルである。これら2つのグラフと比較すると、耐力には大きな差は生じないが変形性能は向上していることがわかる。

表-2、表-3は図-7、図-8に示した履歴曲線についての履歴減衰定数を算出したものである。これより、降伏変位に達したときの履歴減衰定数を比較してみると、正負それぞれの領域で鋼板補強モデルの方が小さな値を示している。これは、帯状鋼板とボルトによる補強によって剛性が大きくなったためである。この傾向は最終ループまで同様である。

破壊の状況としては主鉄筋段落し位置に損傷が集中している。これは無補強モデルと同じであり帯状鋼板とボルトによる補強では改善出来ない現象である。

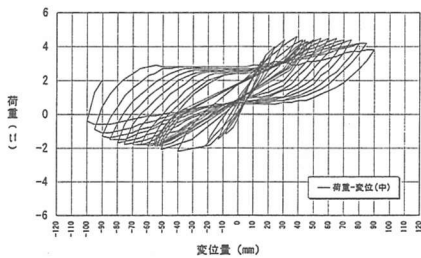


図-7 無補強モデル

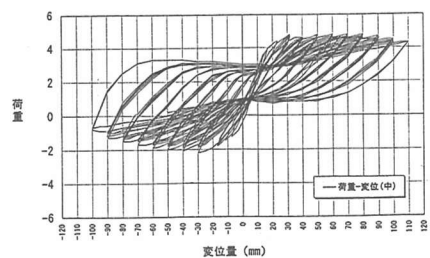


図-8 帯状鋼板の横張り補強モデル

変位	ΔW	ΔW_1	ΔW_2	W	W_1	W_2	h e
-1 δ y	360	190	170	660	250	410	0.0868
+1 δ y	940	290	650	1180	490	690	0.1268
40mm	1000	300	700	1520	600	920	0.1047
50mm	1510	370	1140	1730	700	1030	0.1389
60mm	2260	520	1740	2050	890	1160	0.1755
70mm	3870	680	3190	2290	1000	1290	0.2690
80mm	3570	830	2740	2350	1070	1280	0.2418

表-2 無補強モデル

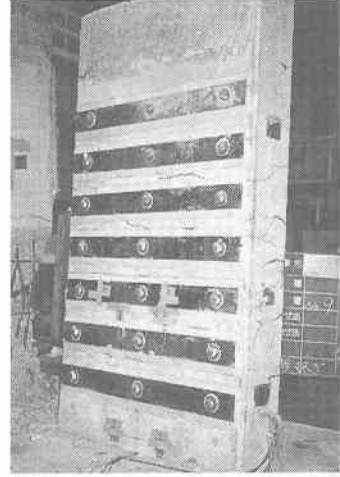
変位	ΔW	ΔW_1	ΔW_2	W	W_1	W_2	h e
-1 δ y	240	110	130	620	240	380	0.0616
+1 δ y	300	180	120	780	410	370	0.0612
40mm	870	250	620	1240	360	880	0.1117
50mm	1120	350	770	1590	530	1060	0.1121
60mm	1570	500	1070	1890	670	1220	0.1322
70mm	2030	680	1350	2190	810	1380	0.1475
80mm	2630	800	1830	2450	960	1490	0.1708
90mm	3230	850	2380	2640	1070	1570	0.1947
100mm	3960	960	3000	2790	1130	1660	0.2259
110mm	4860	990	3870	2680	1150	1530	0.2886

表-3 帯状鋼板の横張り補強モデル

4 まとめ

本研究では短長辺比の大きい(1:4)壁式橋脚の模型を用いた帯状鋼板による耐震補強に関する実験を行った。本研究の範囲内で得られた結果をまとめると以下の様になる。

- (1) 単調載荷試験の結果より、帯状鋼板を縦あるいは横方向にボルトで取付けることによって、せん断耐力の向上が期待できると考えられる。
- (2) 単調載荷試験の結果より、帯状鋼板を縦に取付ける方法では、せん断と曲げ耐力両方の向上が期待できるが、基部で損傷するため残留変形が大きくなると推定される。
- (3) 水平交番載荷試験の結果より、帯状鋼板を横方向に取付ける方法では、ボルトと鋼板による拘束効果が期待できるため、変形性能が向上するが曲げ耐力には寄与しないとも考えられる。
- (4) 水平交番載荷試験の結果より、帯状鋼板を横方向に取付ける方法で補強しても、損傷の中心は段落とし位置となるため、この部分における破壊を防ぐための工夫が必要であると判断される。
- (5) 壁式橋脚のように偏平な部材では、帯状鋼板で補強しても無補強の部材同様の、基線のずれた荷重-変位履歴曲線を描くと推定される。



交番載荷試験モデルの破壊状況

5 あとがき

今回、筆者らが行った実験を通して、帯状鋼板を用いた補強の効果と変形性能に及ぼす影響が明らかになった。この工法によれば、効率的なせん断補強が期待できるものと考えている。しかしながら、実際の現場での施工を考慮した場合、既設の主鉄筋を傷めずにボルトを施工する方法や、景観に対する議論も考えられ、課題は少なくないと認識している。今後さらに、壁式橋脚に対する他の有効なせん断補強工法を開発すべく検討を続ける所存である。

最後に、本研究をまとめるに当たり、供試体を提供して頂いたショーボンド建設(株)に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所地震防災部耐震研究室(川島,長谷川ほか):鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の照査法の開発に関する研究,土木研究所報告第190号,平成5年9月
- 2) 建設省土木研究所地震防災部耐震研究室(川島,長谷川ほか):RC橋脚の動的耐力及び変形性能に関する研究,(その1)道路橋示方書による推定式の精度,土木研究所資料第2408号,昭和61年7月
- 3) 建設省土木研究所地震防災部耐震研究室(川島,長谷川ほか):RC橋脚の動的耐力に関する実験的研究,(その1)昭和56年度~昭和58年度の検討結果,土木研究所資料第2232号,昭和60年8月