

薄鋼板を用いた高架橋柱の耐震補強

JR 東海 正会員 ○岩田秀治， フェロー 関雅樹

1. はじめに

兵庫県南部地震後，鉄道構造物の甚大な被災を鑑み，新しい耐震設計基準（以下，耐震標準）¹⁾が制定され，新設構造物では，L1，L2 地震動の想定地震動に対し，耐震性能を満足することとなった．同時に既設高架橋柱なども，耐震性能・復旧性能の向上，長期不通防止を図るため，脆性的なせん断破壊の防止として，主に鋼板巻き補強を実施してきた²⁾．

一方，曲げ破壊型の高架橋柱は，兵庫県南部地震や新潟県中越地震等での鉄道高架橋の被災事例にもあるように，柱上下部にクラックが生じる等の損傷に止まり，鋼板巻き補強などの耐震補強を必ずしも行っていない．これは，地震時に想定された破壊形態であり，柱上下端部に形成される塑性ヒンジにより，変形するもののエネルギー吸収が成され，損傷レベル 2 という軽微な補修は必要とする部類に留まったものである^{3,4)}．しかし，L2 地震を上回る地震に対しては，より変形性能を確保することが重要となることも想定される⁵⁾．

以下，高架橋柱を対象に薄鋼板を用いた耐震補強工法について示す．

2. 薄鋼板を用いた高架橋柱補強

従来の鋼板巻き補強は，鋼板厚 6mm 以上とされ，その板厚は，耐震性能ではなく，現場鉛直溶接の難易度・精度等の施工性から決められている．そこで，今回，必要な変形性能を確保し，かつ施工性の向上，工期短縮等を図る目的で，薄鋼板の適用について，高架橋柱をモデル化した 1/2 縮小模型試験体により，「従来型鋼板補強」と「薄鋼板補強」の 2 タイプの載荷実験および施工試験を実施した．

(1) 載荷実験

試験体は，標準的な高架橋柱を 1/2 縮小した断面 30cm 角モデルで，コンクリートの設計基準強度は 24N/mm²，主筋は SD295-D16 で 12 本，帯筋は φ4 を基部から 50cm の範囲に 5cm ピッチ，それ以外は 10cm ピッチとした．図-1 に試験体の配筋を示す．

柱高さは 145cm のせん断スパン比 5.37，曲げせん断耐力比 1.82 の曲げ破壊モードである．それに，従来厚の鋼板（SS400，3.2mm），薄鋼板（SS400，1.2mm）を巻立て補強を行った．また，双方とも柱と鋼板の隙間には，無収縮モルタルを充填したが，従来工法では鋼板との隙間が 15mm に対し，高架橋梁一柱の構造系のバランスを考え，薄鋼板補強は柱剛性の増分を抑えるため，隙間を 10mm とした．

載荷方法は，基準変位の整数倍で，正負交番繰り返しで行った．載荷中の軸力は一定（死荷重＋列車荷重分：294kN）とし，同一変位での繰り返し回数は 3 回とした．

(2) 載荷実験結果

表-1 に実験ケースおよび実験結果を示し，図-2，図-3 に各試験体の履歴曲線を示す．

薄鋼板補強は，柱剛性の増加を抑えていることもあり，降伏変位に 1.33 倍の差が生じるものの，終局変位は，ほぼ同値で，終局部材角も，薄鋼板 1/16.9，従来鋼板 1/17.0 となった．また，載荷履歴も双方同様な形状を示し，エネルギー吸収性能も，ほぼ同等と言える．

また，写真-1，写真-2 に載荷実験の試験体の最終状況を示す．終局状態時の柱基部のハラミ出しは，鋼板厚が影響し，薄鋼板の方が従来鋼板比 122%と若干大きくなった．しかし，終局時の破壊状態としては，主筋破断，座屈状況は双方大差なく，鋼板厚の相違による柱基部のハラミ出し量の影響は少ないと考える．

(3) 施工試験（リベットによる鋼板結合）

薄鋼板補強に適用にあたり，既設高架橋において施工試験を実施した．1/2 縮小試験体では 1.2mm 厚

表-1 試験体諸元・結果

NO	補強種類，範囲	鋼板厚	降伏変位 (mm)	終局変位 (mm)	じん性率
1	鋼板補強（従来型） 25～700mm	3.2mm	+8.5 -7.6	+88.1 -88.8	10.7
2	薄鋼板補強 25～700mm	1.2mm	+10.7 -10.9	+86.7 -84.1	7.9

キーワード：耐震補強工法，耐震性能，破壊形態，ラーメン高架橋，鋼板巻き補強

連絡先：JR 東海 技術開発部 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 tel0568-47-5375, fax0568-47-5364



写真-1 NO1 終局状況



写真-2 NO2 終局状況



写真-3 結合リベット

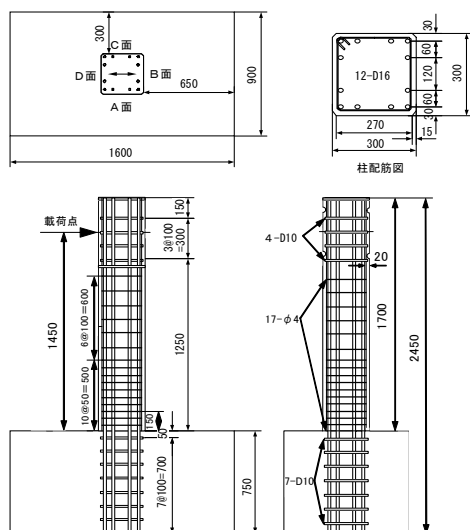


図-1 曲げ破壊型 試験体

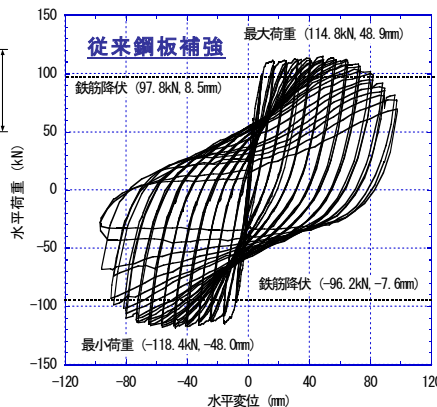


図-2 NO1 履歴曲線

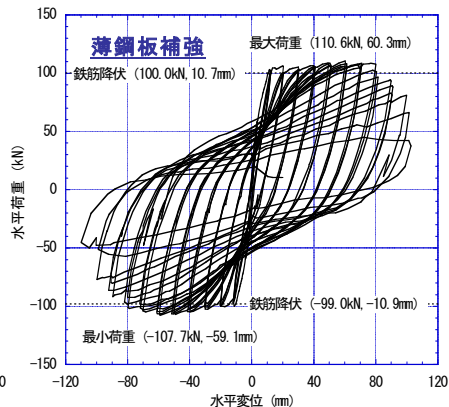


図-3 NO2 履歴曲線

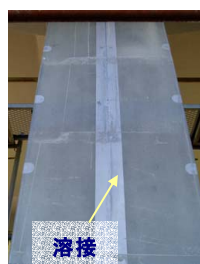
写真-4
溶接箇所写真-5
リベット結合箇所

写真-6 試験施工状況

について、以下の知見が得られた。

- ・ 実験結果から薄鋼板補強は、従来型補強と降伏変位に相違が生じるが、終局変位はほぼ同等である。
- ・ 薄鋼板の鋼板結合方法は、現場溶接では極めて困難をきたすため、

の鋼板を適用したが、実大では、経済性、市場性等を考慮して、鋼板厚 3.2mm の適用を考えた。

また、現場鉛直溶接が困難なため、鋼板結合方法の代案として、写真-3 に示すリベットを用いたものと比較を行った。このリベットは施工性に優れ、材料費も安価なものである。

現場溶接の方では、鋼板が薄いため、溶接部周辺の凹凸が懸念されたが、今回はほとんど生じなかった。しかし、多種多様な現場条件下では施工困難となることが予想される（写真-4, 5, 6）。

試験施工の結果としては、無溶接化により、メッキ処理・工場塗装した鋼板の採用が可能となったため、現場塗装作業が省略でき、工期短縮が図られた。

3. まとめ

高架橋柱の耐震補強工法として、薄鋼板との比較

代替工法としてリベット工法等が有効である。

- ・ 鋼板結合方法に、リベット等を用いることで、メッキ、工場塗装鋼板が可能となり、現場塗装も省略できる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省鉄道局監修（財）鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，丸善，1999.10.
- 2) (財)鉄道総合技術研究所編：既存鉄道コンクリート高架橋柱等の耐震補強設計・施工指針 鋼板巻立て補強編，1999.7.
- 3) 鉄道総研報告：兵庫県南部地震鉄道被害調査報告書，特別第4号，1996.4.
- 4) 土木学会 平成16年新潟県中越地震第二次調査団・「調査結果と緊急提言」Ⅰ報告・提言編，2004.12.10. 「調査結果と緊急提言」Ⅱ記録・資料編，2004.12.24.
- 5) 関雅樹：東海地震等の大規模地震対策について，震災予防，(財)震災予防協会，2004.6.