

組立て式補強鋼材と吹付けモルタルで補強した RC 柱のせん断耐力および変形性能

東京急行電鉄株式会社 小里 好臣, 正会員 宮蔭 和人
 公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 谷村 幸裕, 正会員 岡本 大
 東急建設株式会社 正会員 ○黒岩 俊之, 正会員 北沢 宏和

1. 目的

兵庫県南部地震以降, 都市部の鉄道高架橋を中心に現在も耐震補強工事が進められている. 今後の耐震補強工事では, 施工スペースの確保が困難な狭隘部の施工も多くなると予想される. そこで, このような施工条件にも対応するための既存の鉄道高架柱の耐震補強工法 (以後, CB フープ工法) を新たに考案し, せん断耐力および変形性能を確認するための載荷試験を行った.

2. 工法概要

CB フープ工法は, 分割した帯鉄筋を使用した既設柱の RC 巻立て耐震補強工法であり, 図-1 に示すように分割帯鉄筋, 固定アングル, 連結ピン, 結束金具により構成されている. 既設柱に対して 4 分割した帯鉄筋を配置したのち, 固定アングルと連結ピンを用いてこれを一体化し, 帯鉄筋の重ね継手部に結束金具を設置することで, 分割帯鉄筋の一体化をより堅固なものにし, その後, 吹付けモルタルを施工するものである.

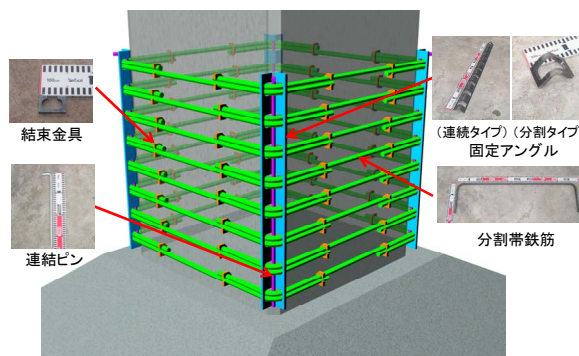
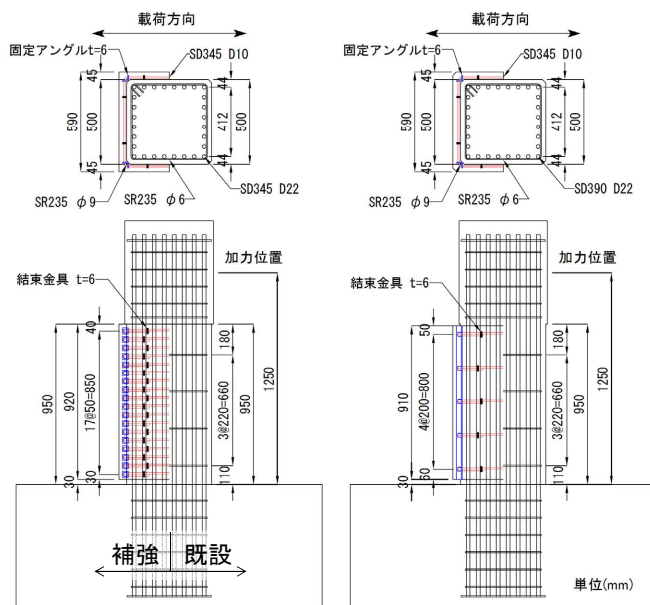


図-1 CB フープ工法

3. 実験概要

表-1 に本実験に用いた試験体の諸元および補強内容を示す. 補強前の試験体はせん断破壊先行とし, 2 層式ラーメン高架橋によく見られるせん断スパンが短く, 補強前のせん断耐力が極端に少ないものを想定した. No.1 は縮小試験体での変形性能および分割タイプの固定アングルの影響の確認, No.2 はせん断耐力の確認, および No.3 は実大規模での変形性能の確認を主な目的とした. 図-2 に試験体配筋図を, 表-2, 表-3 に使用材料の諸性状を示す.

No.1, No.3 の載荷試験は, 一定の軸方向圧縮力を作用させた状態で, 水平方向に正負交番載荷を行った. 軸力 (N) は, 地震時に高架橋柱に作用する軸圧縮応力 (3N/mm^2) を参考に, No.1 は $N=750\text{kN}$, No.3 は



No. 1

No. 2

図-2 試験体配筋図 (No. 1, No. 2)

表-1 試験体一覧

試験体 No.	補強前				補強			
	断面寸法 (mm)	軸方向鉄筋	帯鉄筋	a/d	吹付厚さ (mm)	帯鉄筋	連結ピン	固定アングル
1	500×500	SD345 D22-28本	SR235 φ6ctc50	2.74	45	SD345 D10ctc50	SR235 φ9	分割タイプ t=6mm
2	500×500	SD390 D22-28本	SR235 φ6ctc220	2.74	45	SD345 D10ctc200	SR235 φ9	連続タイプ t=6mm
3	800×800	SD345 D35-24本	SR235 φ9ctc150	2.67	70	SD345 D19ctc90	SR235 φ13	連続タイプ t=9mm

表-2 鋼材の降伏強度

種別	降伏強度 (N/mm ²)	備考
D35	391	No. 3
D22	442	No. 2
D22	378	No. 1
D19	381	No. 3
D10	383	No. 1, 2
φ9	373	No. 3
φ6	356	No. 1, 2

表-3 圧縮強度の一覧

試験体 No.	コンクリート (N/mm ²)	モルタル (N/mm ²)
1	33.2	67.7
2	36.5	52.0
3	28.0	65.5

注1) コンクリートの最大粗骨材寸法 No. 1, 2 G_{max}=13mm No. 3 G_{max}=20mm

注2) モルタルは吹付け後の圧縮強度

キーワード 耐震補強, 高架橋柱, 吹付けモルタル, せん断耐力, 変形性能, CB フープ工法

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区 1-16-14 東急建設株式会社 土木総本部 土木技術部 TEL03-5466-5272

$N=1920\text{kN}$ とした。荷重パターンは、軸方向鉄筋が降伏した変位を降伏変位 (δ_y) とし、この降伏変位を基準とした3サイクル荷重とした。No.2 は、軸力を導入せずに単調増加による水平荷重を行った。

4. 実験結果

図-3 に No.2 の荷重-変位関係を示す。図中には、RC 標準¹⁾により求めた曲げ耐力 (P_u) およびせん断耐力 (V_y) の算定値と、二羽らの研究²⁾によるせん断スパン比の影響を考慮した V_y を示す。No.2 は、曲げひび割れが徐々に斜めひび割れに移行し、500kN 付近で柱の引張側上部から圧縮側下部に向けて斜めひび割れが発生した。既設帯鉄筋は 572kN、分割帯鉄筋は 550kN で降伏ひずみに到達してせん断破壊した。最大荷重は 642kN であり、算出したせん断耐力 $V_y = 392\text{kN}$ および 538kN を大きく上回ることが確認された。以上のことから、吹付けモルタルおよび補強帯鉄筋が既設柱部分と一体となって挙動しており、RC 標準を適用できる破壊形態と考えられる。

No.1, No.3 の荷重-変位関係を図-4, 図-5 に示す。図中には、既往の研究³⁾において、モルタル吹付けによる巻立て補強に対して提案されている骨格曲線を示す。No.1 は、軸方向鉄筋の降伏後、 $4\delta_y$ でモルタルの剥離が観察され、 $6\delta_y$ の正側で柱基部の圧壊が進み、負側で荷重低下した。No.3 は、軸方向鉄筋の降伏後、 $2\delta_y$ で柱基部が圧壊し、 $6\delta_y$ の負側で荷重低下した。補強によって、どちらの試験体の破壊形態も、せん断破壊型から曲げ破壊型へ移行したと考えられる。図-4, 図-5 より、No.1, No.3 の荷重-変位関係は、既往の手法により算定した部材降伏点 (Y 点)、最大耐力点 (M 点) および終局点 (N 点) を包絡する結果となった。

5. まとめ

- (1) CB フープ工法で補強した柱部材のせん断耐力は、RC 標準に示される棒部材のせん断耐力の設計式により評価できることを確認した。
- (2) せん断破壊する試験体を CB フープ工法により補強することで、破壊形態を曲げ破壊型へ移行できることが実大規模の試験体で確認できた。
- (3) CB フープ工法により補強した柱部材の変形性能は、同種の既往の実験により提案された手法により、評価できることが確認できた。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造)，丸善，2004
- 2) 二羽淳一郎，山田一字，横沢和夫，岡村甫：せん断補強鉄筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価，土木学会論文集，第 372 号/V-5，1986
- 3) 前田友章，岡本大，谷村幸裕，庄野昭，中村敏晴：補強鋼材と吹付けモルタルで補強した RC 柱の変形性能算定手法，土木学会第 64 回年次学術講演会概要集，2009.9

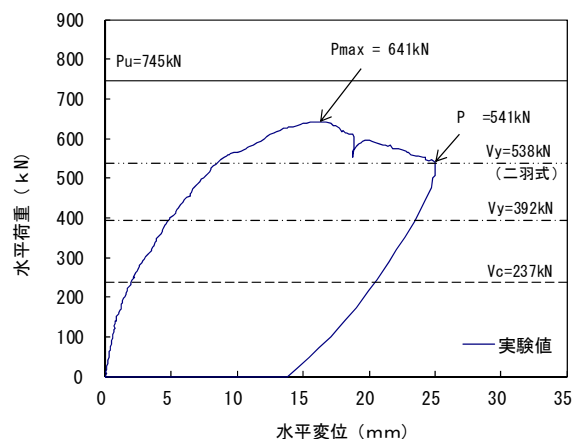


図-3 荷重変位曲線 (No. 2)

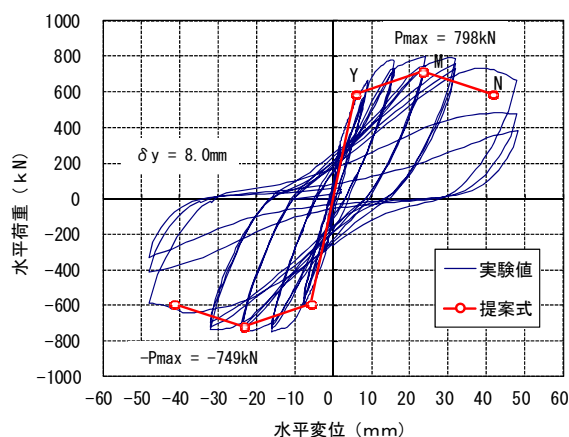


図-4 荷重変位曲線と骨格曲線 (No. 1)

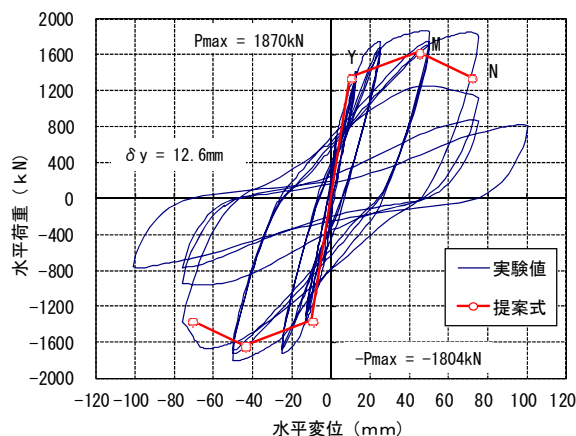


図-5 荷重変位曲線と骨格曲線 (No. 3)