

RC 柱の一面を外付け施工する耐震補強工法の補強効果について

名古屋工業大学大学院

学生会員

○神原 達矢

矢作建設工業株式会社

正会員

野村 敬之

矢作建設工業株式会社

武藤 裕久

名古屋工業大学大学院

フェロー会員

梅原 秀哲

1. はじめに

1995 年に起きた兵庫県南部地震により、RC ラーメン高架橋の柱部材で脆性的なせん断破壊が生じたため、構造物が崩壊するといった事例が多発した。そのため、既設の RC ラーメン高架橋の柱部材を対象とした耐震補強が早急に進められ、現在ではほぼ完了している。しかし、高架下が店舗や倉庫などで利用されており、鋼板などの巻立て工法等による施工が困難な場所では、耐震補強が施されていない箇所が残っている。

そこで、本研究は既設 RC ラーメン高架橋で露出している柱の一面にアンカー鉄筋を削孔・挿入し、鋼板内蔵コンクリートを打ち増して施工する耐震補強工法の補強効果を実験で検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

対象構造物は、昭和 44 年に竣工した RC ビームスラブ式ラーメン高架橋であり、試験体の対象モデルを 1 層ラーメンとしたので、試験体構造を逆対称構造とした。試験体の寸法は、載荷装置の大きさに合わせるため、実構造物の 30%のスケールとした(表 1)。ここで、試験体の各種鋼材比、耐力比 ($V_{yd}/V_d=0.8$ 、 V_{yd} : せん断耐力、 V_d : 曲げ耐力)、コンクリート圧縮強度 (24N/mm^2) を実構造物とほぼ同値として、実構造物同等の性質が得られることを期待した。

試験体の種類は、表 2 に示すように、既存柱を模式した基準試験体と本研究で検討した工法によって補強した試験体(NP-①、②、③、④)とした。なお、検討した工法による補強試験体は、アンカー鉄筋量による補強効果の違いについても検証するため、NP-①、②に比べて NP-③、④は柱基部のアンカー鉄筋量を 2 倍にした(図 1、2)。また、図 1 に示すように、補強試験体に対しては二方向の水平荷重を与えるが、載荷方向によって試験体を区別した(表 2)。

2.2 実験方法

本実験は、図 3 に示すような載荷装置で正負交番載荷実験を行った。そこで得られた各試験体の実験データを水平荷重載荷方向ごとに比較し、補強効果を検証した。

載荷方法は、降伏変位 δ_y までは荷重制御により、それ以降の載荷は降伏変位 δ_y の整数倍の水平変位を変位制御で、繰返し回数は正負各 1 回ずつ載荷した。なお、東面から西面へ水平荷重を与える方向の載荷を正側載荷とし、その反対方向の載荷を負側載荷とした(図 3)。

また、補強による性能比較を検証 1、提案した工法における鉄筋量の相違による性能比較を検証 2 として実験結果をまとめた。

表 1. 試験体諸元 (既存柱)

断面寸法	柱高さ	主筋鋼材比 (%)	帯鉄筋鋼材比 (%)
B(mm) × D(mm)	H(mm)		
300 × 300	1500	2.121	0.088

表 2. 試験体の種類と載荷方向

試験体名称	水平荷重載荷方向
基準試験体	
NP-①	アンカー鉄筋方向
NP-②	鋼板面内方向
NP-③	アンカー鉄筋方向
NP-④	鋼板面内方向

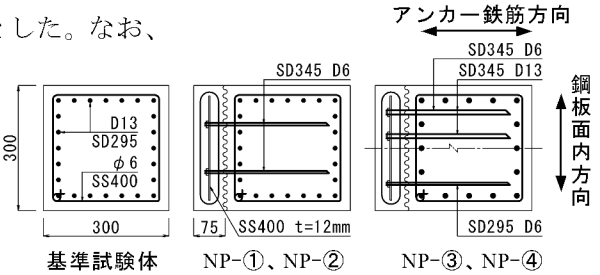


図 1. 試験体柱断面と水平荷重載荷方向

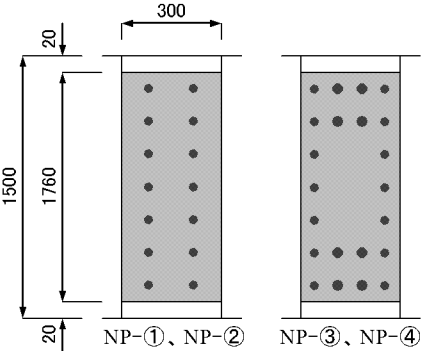


図 2. 試験体柱部正面図 (補強面側)

キーワード RC ラーメン高架橋 柱部材 耐震補強 せん断破壊 正負交番載荷 逆対称
連絡先 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学大学院 TEL052-732-2111

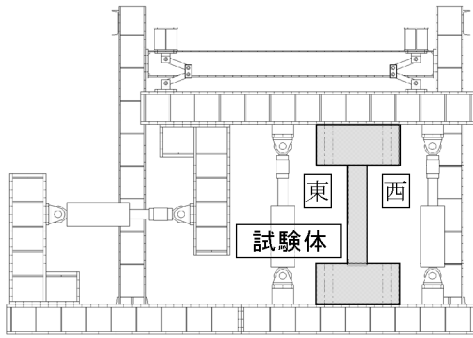
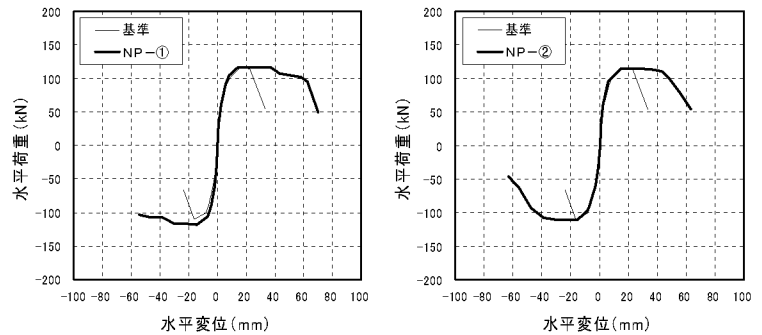


図 3. 荷重装置



(i) アンカー鉄筋方向

(ii) 鋼板面内方向

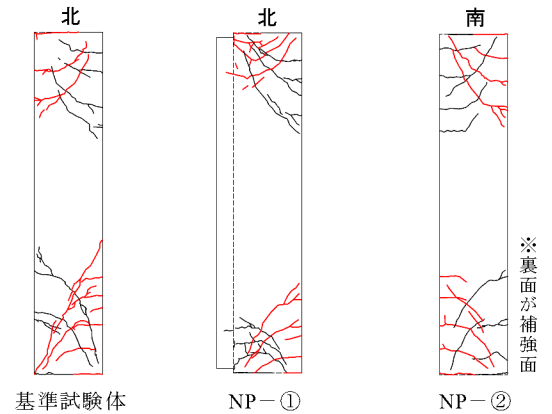
図 4. 荷重－変位曲線の包絡線（検証 1）

3. 実験結果

3.1 補強による性能比較（検証 1）

基準試験体と NP-①、NP-②の荷重－変位曲線の包絡線（図 4）について各荷重方向で比較した。いずれの荷重方向においても補強後は補強前に比べて、最大荷重を保持できる水平変位が大きく向上し、変形性能が改善されていることが明らかになった。

次に、最大荷重時の試験体損傷状況（図 5）について各荷重方向で比較した。いずれの荷重方向においても補強後は補強前に比べて、主筋降伏後のせん断ひび割れが抑制され、さらに、せん断ひび割れを拘束したため、ひび割れが柱基部に集中した。よって補強による変形性能の改善が明らかになった。



(i) アンカー鉄筋方向 (ii) 鋼板面内方向

図 5. 試験体損傷状況（検証 1）

3.2 補強鉄筋量の相違による性能比較（検証 2）

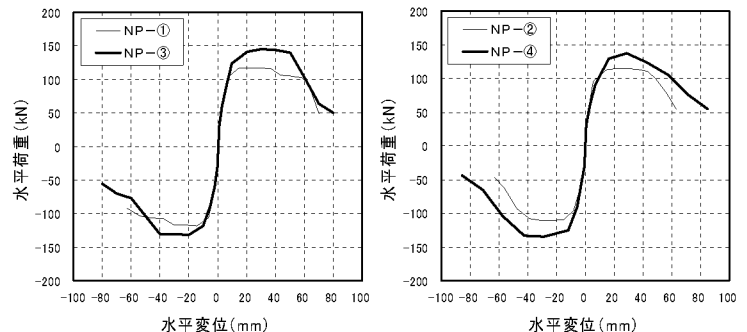
補強した試験体 (NP-①、NP-②) と、補強方法は同じだが、さらに柱基部の補強鉄筋量を増やした試験体 (NP-③、NP-④) の荷重－変位曲線の包絡線（図 6）について各荷重方向で比較した。いずれの荷重方向においても、補強鉄筋量の増加により最大荷重は大きくなった。しかし、最大荷重を保持できる水平変位はほとんど向上しなかった。

試験体の損傷状況については、補強鉄筋量に関わらず、いずれの試験体も終局変位時に曲げせん断ひび割れが進行した。補強鉄筋量の相違により顕著に差が出たのは、NP-①、②では曲げせん断ひび割れが柱基部から 2.0D 区間内に収まっているのに対して、NP-③、④では柱中央部まで進行したことである（図 7）。また、NP-③においては補強部の反対側において主筋に沿ったひび割れが発生した。

4. まとめ

柱の一面のみの耐震補強でも、変形性能の向上が十分に見られ、脆性的なせん断破壊先行型の柱部材に対する耐震補強となりうることを確認できた。

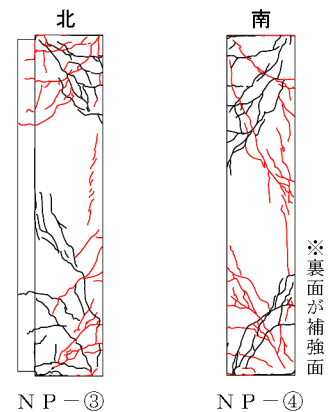
また、補強鉄筋量の相違による補強効果は、鉄筋量を増やすことで耐力は増加したが、変形性能についてはそれほど変化が見られなかった。損傷形態については、鉄筋量を増やすことでひび割れの進行が大きくなり、その原因について今後検討していく必要がある。



(i) アンカー鉄筋方向

(ii) 鋼板面内方向

図 6. 荷重－変位曲線の包絡線（検証 2）



(i) アンカー鉄筋方向 (ii) 鋼板面内方向

図 7. 試験体損傷状況（検証 2）