

ハンチ筋を有する柱部材の一方方向から補強筋を配置した RC 柱の交番载荷試験

東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 工事管理室 正会員 羅 姍姍
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 高崎工事区 正会員 和田 旭弘
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 工事管理室 正会員 小林 将志
 東日本旅客鉄道株式会社 建設工事事務所 構造技術センター 正会員 築嶋 大輔

1. はじめに

ハンチ筋を有する柱部材の一方方向から補強筋を配置した RC 柱の交番载荷試験（以下は一面耐震補強）では、補強鉄筋を設置するために既存の柱を削孔する。しかし、柱上端部において、ハンチ筋が支障し、所定の削孔長を確保できない場合がある。再削孔を行うことにより、作業効率の低下することとなる。また、柱上端部のハンチ筋を避けて補強鉄筋を著しく不均等に配置した場合には、変形性能が劣ることが実験で確認されている。そこで、本文はハンチ筋が柱に内在している場合に、ハンチ筋付近に配置される補強鉄筋の耐震補強効果に与える影響を確認することを目的として、交番载荷試験を実施し、その結果を報告するものである。

2. 試験概要

2.1 試験体概要

代表的な試験体形状を図 2.1 に、試験体諸元を表 2.1 に示す。試験体の寸法は、一面耐震補強に関する参考文献 1,2) を基に、断面寸法 600×600mm，せん断スパン 1650mm とした。

試験体に用いるハンチ筋量は、一面耐震補強を行う実在の高架橋柱の諸元から、ハンチ筋比及びハンチ筋を考慮したせん断耐力比（式(1),(2)参照）が同程度になるように決定している。

$$\text{ハンチ筋比} = \frac{\text{同一方向のハンチ筋総断面積}(A_{sh})}{\text{部材幅}(W) \times \text{有効高さ}(d)} \quad (1)$$

$$\text{ハンチ筋を考慮したせん断耐力比} = V_{ud} / V_{mu} \quad (2)$$

$$\text{ここに、部材の設計せん断耐力 } V_{ud} = V_{cd} + V_{sd1} + V_{sdH} \quad (2.1)$$

V_{cd} : 既設 RC 部材のせん断補強鋼材を用いない棒部材の設計せん断耐力

V_{sd1} : 既設 RC 部材に配筋されている帯鉄筋により受け持たれる棒部材の設計せん断耐力

V_{sdH} : ハンチ鉄筋により受け持たれるせん断耐力で、

$$V_{sdH} = A_{sh} \cdot \cos\theta_h \cdot f_{syh} / \gamma_b$$

A_{sh} : ハンチ筋の断面積

θ_h : ハンチ筋の角度

f_{syh} : ハンチ筋の引張降伏強度

γ_b : 部材係数

$$\text{部材の設計せん断力 } V_{mu} = M_u / L_a$$

M_{ud} : 部材の設計曲げ耐力

L_a : せん断スパン

また、ハンチ筋の角度については一面耐震補強を行う実在の高架橋柱の諸元で最も多い 1:3 とした。

以下に、各試験体の特徴を示す。試験体 No.1 は基準試験体である。ハンチ筋を配置せず、参考文献 2) に準拠して、柱端部まで等間隔で補強鉄筋を配置した。

試験体 No.2 はハンチ筋を配置し、ハンチ筋が内在している区間の補強鉄筋の配置を省略した試験体である。

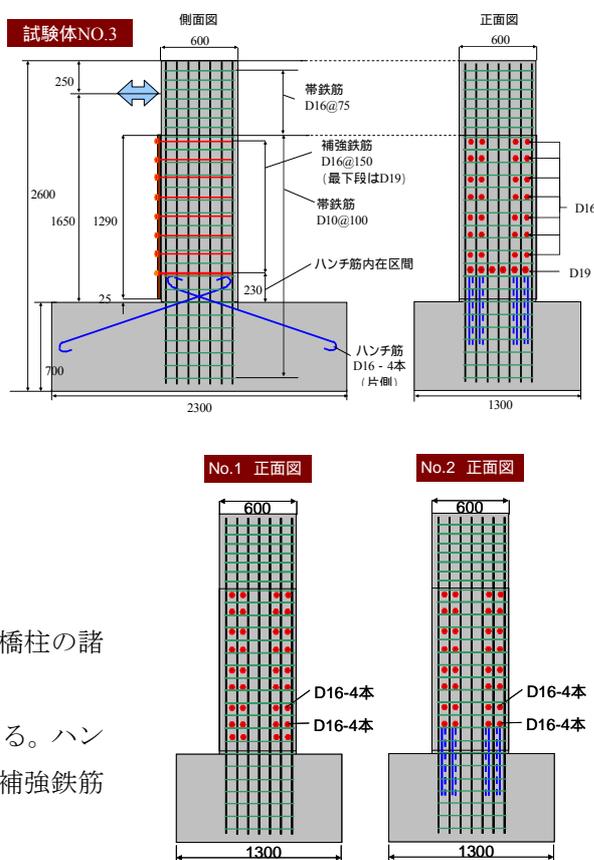


図 2.1 試験体形状

キーワード： 一面耐震補強、ハンチ筋、交番载荷試験

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 TEL 027-324-9360

表 2.1 試験体諸元

試験体 No.	せん断スパン (mm)	既設部						補強部			
		断面寸法		最外縁の軸方向鉄筋	帯鉄筋	ハンチ筋		補強筋			補強鋼板
		幅B (mm)	高さh (mm)	径-本数	径-ピッチ	径-本数 (片側)	角度	径-ピッチ	本数	本数/段-段数	鋼板厚さ (mm)
1	1650	600	600	D25-7本	D10-100	-	-	D16-150	36本	4本-9段	6 (SS400)
2						D16-4本	18.44	D16-150	32本	4本-8段	
3						D16-4本	18.44	D16-150 最下段のみD19	34本	4本-7段 6本-1段	

試験体 No.3 は、試験体 No.2 で省略した分の補強鉄筋を、ハンチ筋から 50mm 程度離れた位置に配置した試験体である。その際、同位置における補強鉄筋量は、元々配置されていた D16-4 本分と合わせて、D16-8 本/段が必要となるが、一段に配置するため、鉄筋量が同等となるよう D19-6 本を配置した。

2.2 荷重方法

試験体はフーチング部分を PC 鋼棒により固定し、鉛直方向ジャッキにより $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ で一定とした軸力を導入した。水平方向荷重は静的正負交番荷重試験である。荷重制御にて、最外縁の軸方向鉄筋ひずみが材料試験結果から定まる降伏ひずみに達するまで荷重し、その変位を降伏変位 ($1\delta_y$)、水平荷重を降伏荷重 (P_y) とした。

3. 実験結果

図 3.1 に各試験体の荷重-変位曲線を示す。参考文献 2) に準拠して製作した基準試験体 No.1 では、 $5\delta_y$ の正 (引) 側荷重時に最大荷重に達し、 $8\delta_y$ の正側荷重途中で急激に荷重が低下した。

補強鉄筋量及び補強鉄筋配置位置をパラメータとした試験体 No.1, No.2, No.3 の荷重-変位包絡線を図 3.2 に示す。

試験体 No.2 では、 $4\delta_y$ 正側荷重時に最大荷重に達し、 $7\delta_y$ の正側荷重途中で急激に荷重が低下した。試験体 No.1 よりも荷重の低下が早く、ハンチ筋内在区間への補強鉄筋の配置を省略すると、変形性能が低下することを確認した。

試験体 No.3 は、 $4\delta_y$ 正側荷重時に最大荷重に達し、 $8\delta_y$ 正側荷重途中で急激に荷重が低下した。試験体 No.1 と比較して、荷重-変位包絡線はほぼ同じ分布をしており、通常、ハンチ筋内在区間に配置する補強鉄筋をハンチ筋に近接した箇所に集中的に配置すれば、同等の変形性能を有することを確認した。

4. まとめ

一面耐震補強におけるハンチ筋付近への補強鉄筋の配置に関して、今回の実験範囲において次の結果を得られた。一定の条件 (ハンチ筋の角度は 1 : 3 ; ハンチ筋は補強鉄筋と同一の方向であり、かつ柱両側に配置 ; ハンチ筋比=0.09%、ハンチ筋を考慮したせん断耐力比=0.93 以上のハンチ筋量) でハンチ筋が柱に内在している場合、通常、ハンチ筋が内在する区間へ配置する補強鉄筋をハンチ筋に近接した箇所に集中的に配置すれば、参考文献 2) に準拠して補強を行った場合と同等の変形性能が得られる。

参考文献

- 1) 小林薫, 海原卓也: 一面から補強した RC 柱の交番荷重試験について, SED 第 12 号, 1999.5
- 2) 小林薫, 石橋忠良: RC 柱の一面から施工する耐震補強工法の後挿入鉄筋の補強効果に関する実験的研究, 土木学会論文集 No.683/V-52, p91-102, 2001.8

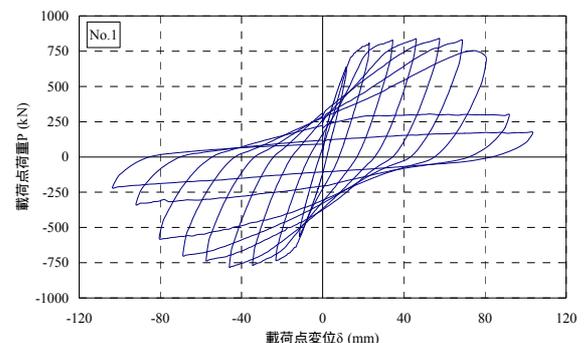


図 3.1 荷重-変位曲線 (No.1)

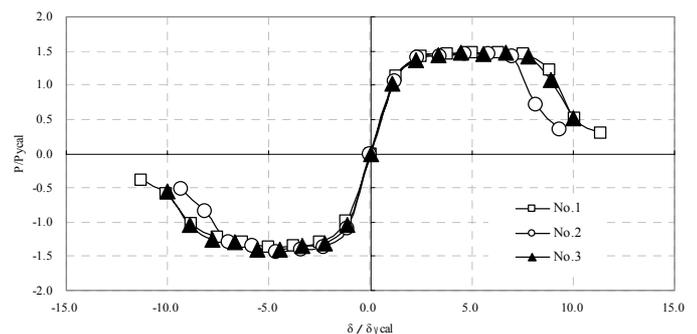


図 3.2 荷重-変位包絡線 (No.1, No.2, No.3)