

鉄筋を斜めに配置した RC 橋脚の鉄筋配置方向による耐震補強効果に関する実験的検討

JR 東日本 正会員 ○幸田 和明
JR 東日本 正会員 築嶋 大輔
JR 東日本 正会員 石川 健一
JR 東日本 正会員 菅野 貴浩

1. はじめに

既設 RC 橋脚において、図 1 に示すとおり、く体上部から斜め下方に削孔した孔に補強鋼材（以下、斜め鋼材という）を挿入し、充填材を充填して既設 RC 橋脚との一体化を図ることで、せん断耐力が向上することが確認されている¹⁾。今回は、斜め鋼材の配置方向によるせん断耐力向上効果に関する影響について実験的検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

図 2 に供試体形状寸法を、表 1 に供試体諸元を示す。供試体寸法は柱断面を 450mm×450mm、せん断スパンを 890mm とした。斜め鋼材の配置角度は、部材軸方向から 30°とした。X30s 供試体は荷重方向の両側から斜め鋼材を配置し、X30ss 供試体は荷重方向の片側のみ斜め鋼材を配置した。

供試体の配筋は、補強前せん断耐力比 V_{y1}/V_{mu} が 0.3 程度となるようにした。斜め鋼材量は、補強後せん断耐力比 V_{y2}/V_{mu} が 0.5 程度となるよう配置した。斜め鋼材が受け持つせん断耐力 V_{s2} は、片側の斜め鋼材の部材軸直角方向成分がせん断耐力に寄与するとし、式 (1) により算定した。

$$V_{s2}=A_{w2} \cdot f_{wy2} \cdot \sin\theta$$
 (1)

ここに、 A_{w2} ：荷重方向の片側に配置される斜め鋼材の総断面積 (mm²)
 f_{wy2} ：斜め鋼材の引張降伏強度 (N/mm²)
 θ ：斜め鋼材と部材軸がなす角度 (°)

供試体の製作は、予め斜め鋼材を配置した後に型枠を設置し、コンクリートを打設した。供試体はフーチングを PC 鋼棒により床面に固定した。水平方向荷重は、く体上部に取り付けた水平方向ジャッキにより一方向に荷重し、最大荷重に達した後、荷重がある程度一定になった時点で試験を終了した。荷重速度は、最大荷重まで 0.01mm/sec とし、その後荷重速度を段階的に上昇させた。

3. 実験結果

各供試体の最大水平荷重 (P_{max}) 時の損傷状況を写真 1 に示す。また、荷重変位関係を図 3 に示す。

荷重方向の両側から斜め鋼材を配置した X30s、荷重方向の片側のみ斜め鋼材を配置した X30ss のいずれの供試体においても、曲げひび割れ発生後、く体上部の曲げひび割れが斜め方向に進

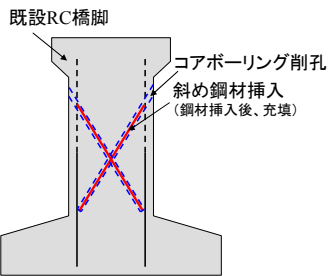


図1 斜め鋼材概要図

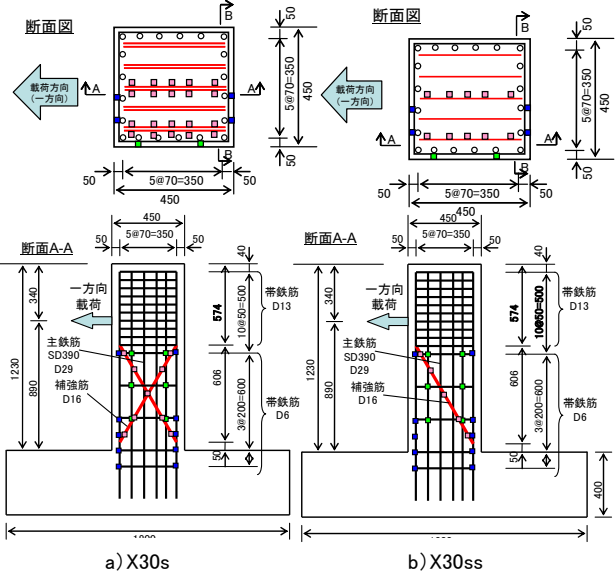


図2 供試体形状寸法(単位:mm)

表1 供試体諸元

試験体 番号	せん断 スパン 比 a/d	斜め鋼材			せん断耐力比		記事
		配置 角度	径	本数 (片側)	補強前		
					$\frac{V_{y1}}{V_{mu}}$	$\frac{V_{y2}}{V_{mu}}$	
X30s	2.23	30	D16	5	0.33	0.51	斜め鋼材を両側配置
X30ss	2.23	30	D16	5	0.33	0.51	斜め鋼材を片側配置

ここに、
 V_{y1}/V_{mu} ；補強前せん断耐力比 V_{y2}/V_{mu} ；補強後せん断耐力比
 V_{y1} ；補強前の柱のせん断耐力で、 $V_{y1}=V_c+V_{s1}$
 V_c ；コンクリートが受け持つせん断耐力
 V_{s1} ；帯鉄筋が受け持つせん断耐力
 V_{y2} ；補強後の柱のせん断耐力で、 $V_{y2}=V_{y1}+V_{s2}$
 V_{s2} ；斜め鋼材が受け持つせん断耐力
 V_{mu} ；柱基部が曲げ耐力に達する時のせん断耐力で、 $V_{mu}=M_u/L_a$
 M_u ；曲げ耐力 L_a ；せん断スパン

キーワード 耐震補強, 斜め鋼材, せん断耐力, 鉄筋コンクリート橋脚

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2丁目2番2号 東日本旅客鉄道(株)建設工事部 TEL 03-5334-1288

展した。その後、斜め方向のひび割れが上下に進展していった。柱下端より高さ 200mm の帯鉄筋が降伏ひずみに達し、さらに斜め鋼材が中心付近で降伏ひずみに達した後、斜めひび割れが開き、最大荷重に達し、荷重が低下した。載荷後 530kN 程度に達するまでは、いずれの供試体も同様の荷重－変位関係を示すが、その後は、X30s 供試体が X30ss 供試体に比べ若干大きな水平荷重を示し、最大荷重に到達し、荷重が低下する段階では再び、同様の荷重－変位関係を示している。

斜め鋼材のく体高さ方向に対するひずみ分布について、斜めひび割れと交差する方向のものを図 4 に、斜めひび割れと同じ方向のものを図 5 に示す。いずれの供試体においても、斜めひび割れと交差する方向に配置した斜め鋼材において、荷重の増加に伴いひずみが増加する。その分布は斜め鋼材の中心（斜めひび割れと交差する位置付近）に近いほど大きい傾向にあった。斜め鋼材の中心部で降伏ひずみに到達した後、最大荷重に達した時には、降伏ひずみをはるかに超えた大きなひずみを示した。一方、斜めひび割れと同じ方向に配置した斜め鋼材では、荷重が増加するにつれ、圧縮ひずみが増加している。また、斜め鋼材の両端部において比較的大きなひずみを示した。

式 (1) により算定した V_{s2} を用いたせん断耐力の計算値 V_{yd} 、ならびに最大水平荷重の実験値 P_{max} を表 2 に示す。いずれの供試体においても、せん断耐力の計算値 V_{yd} に対し、水平荷重の実験値 P_{max} の方が大きい値となり、その割合は 1.5 倍程度であった。

なお、表 2 に示す V_{yd} は、帯鉄筋が負担するせん断耐力 V_{s1} を、トラス理論により斜めひび割れの角度を 45° として算出したものである。実験におけるひび割れの発生状況から、斜めひび割れの角度を 30° とした場合の V_{s1} を用いてせん断耐力を算出すると、X30s 供試体では 765kN、X30ss 供試体では 741kN となり、水平荷重実験値は、これと同等の値を示した。

5. まとめ

- 今回の試験の範囲において得られた知見を以下に示す。
- ・斜め鋼材の配置を、斜めひび割れと同じ方向と、斜めひび割れと交差する方向の両側に配置した場合と、斜めひび割れと交差する方向の片側のみ配置した場合とでは、いずれの場合も、帯鉄筋が降伏し、斜め鋼材が降伏した後、最大耐力に達した。
 - ・斜め鋼材を両側に配置した場合と、片側のみに配置した場合とでは、両側に配置した供試体で最大荷重が若干大きかった。また、最大荷重は、斜めひび割れの角度を 45° と仮定してトラス理論により算出したせん断耐力の計算値の 1.5 倍程度となった。

参考文献

1) 幸田和明, 松尾伸二, 長澤徹, 菅野貴浩: 鉄筋を斜めに配置した RC 柱の耐震補強効果に関する実験的検討, 土木学会第 62 回年次学術講演会, 5-161, pp.321-322, 2007.9

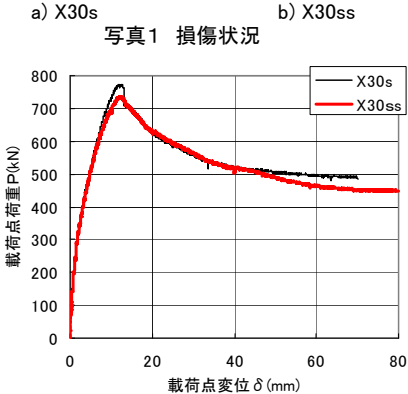
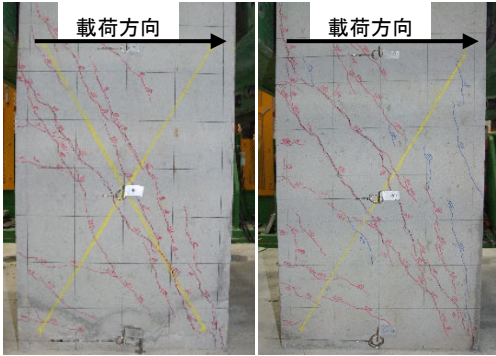


図3 荷重変位関係

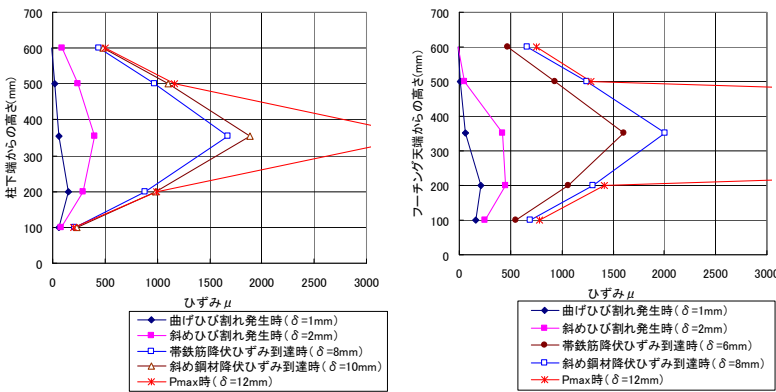


図4 ひずみ分布(斜めひび割れと交差方向)

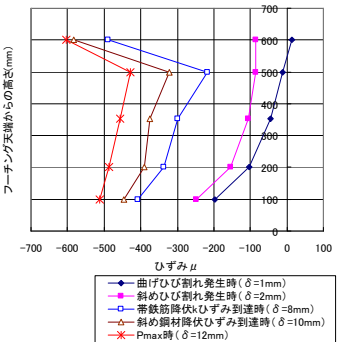


図5 ひずみ分布
(X30s 斜めひび割れと同じ方向)

表2 せん断耐力と水平荷重			
試験体名	せん断耐力 計算値 V_{yd} (kN)	水平荷重 実験値 P_{max} (kN)	斜め鋼材 配置
X30s	530	774	両側
X30ss	525	737	片側