

せん断補強鉄筋を引張鋼材に接合した SRC 梁部材の載荷試験

東急建設株式会社

正会員

○笠倉 亮太

東急建設株式会社

正会員

前田 欣昌

東急建設株式会社

正会員

黒岩 俊之

東急建設株式会社

正会員

服部 尚道

1. はじめに

筆者らは、RC 梁部材の曲げおよびせん断補強工法として、梁下面に鋼板と H 鋼で構成される引張鋼材を配置し、あと施工アンカーでスラブに取付けたせん断補強筋を H 鋼にボルト接合することにより、主要な補強鋼材とする補強工法（アーチサポート工法、以下 AS）を提案している。本稿は、このような補強鋼材を用いた場合の SRC 部材の限界状態を把握するために、2 点載荷梁試験を実施し、その結果を報告するものである。

2. 試験体

表 1 に試験体諸元を示す。試験体は限界状態を把握するため、曲げ破壊型(F タイプ)とせん断破壊型(S タイプ)を設定した。各タイプは AS 梁, ASN 梁(鋼板のずれ止めなし), 基準とした RC 梁(NB)の 3 体とし試験体の合計は 6 体である。形状は、平均的な高架橋梁部材を参考に 1/2 モデルとし、有効高 d を 300mm, $a/d=2.0$ とした。図 1, 2 および 3 に F タイプの RC 梁, AS 梁および ASN 梁の試験体形状を示す。また、使用した材料の試験結果を表 2 に示す。

3. 実験方法

荷重は 2 点集中荷重とし、2000kN アムスラー型万能試験機を用いて荷重を漸増させた。目視によるひび割れ観察を行うとともに、適宜、荷重、変位およびひずみを測定した。図 4 に試験状況図を示す。

4. 耐力算定

耐力の算定ではアーチサポートの全鋼材を引張鉄筋とみなし算出した。せん断耐力は、土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]ディープビーム式を用いて算定した。

5. 実験結果および考察

表 3 に各試験体の最大荷重の実験値と計算値を示す。

表 2 材料試験結果

	圧縮強度(N/mm ²)		ヤング係数(kN/mm ²)
コンクリート	28.9		26.1
鋼材	降伏応力(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	ヤング係数(kN/mm ²)
軸方向筋SD34 D19	378	543	194
せん断補強筋SD345 D13ネジ	378	518	191
せん断補強筋SD345 D13	403	599	198
鋼板SS400 FB3.2	379	473	213
H鋼SS400 FB3.2	354	426	214

表 1 試験体諸元

試験タイプ	試験体名	内容	軸方向引張鉄筋		せん断補強鉄筋		ずれ止め
			本数-径	引張 ¹⁾ 鋼材比	径-ピッチ	せん断補強筋比	
曲げ破壊 Fタイプ	NB-F	RC梁	4-D19	1.53%	D13ctc100	1.01%	—
	AS-F	AS梁	H-50, PL t=3.2	1.56%	D13ctc100	1.01%	D10ctc150
	ASN-F	AS梁 (ずれ止めなし)	H-50, PL t=3.2	1.56%	D13ctc100	1.01%	—
せん断破壊 Sタイプ	NB-S	RC梁	4-D19	1.53%	D6ctc120	0.21%	—
	AS-S	AS梁	H-50, PL t=3.2	1.56%	D6ctc120	0.21%	D10ctc150
	ASN-S	AS梁 (ずれ止めなし)	H-50, PL t=3.2	1.56%	D6ctc120	0.21%	—

1)アーチサポート鋼材比は規格降伏強度比を用いてSD345換算した

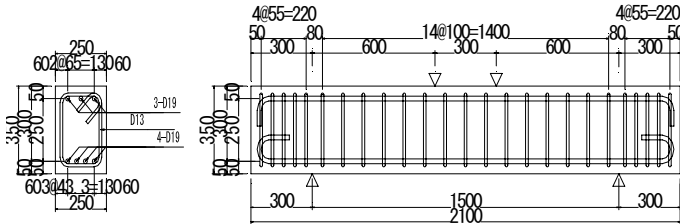


図 1 試験体形状 (NB-F) 単位 mm

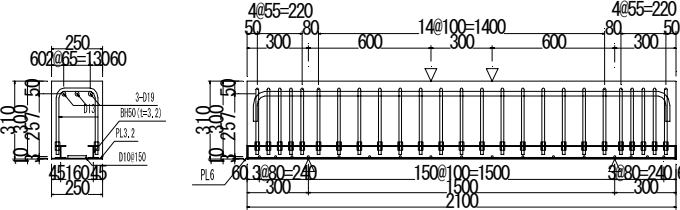


図 2 試験体形状 (AS-F) 単位 mm

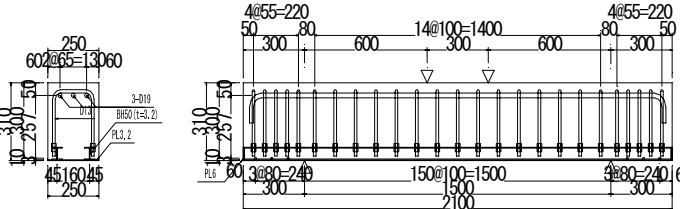


図 3 試験体形状 (ASN-F) 単位 mm

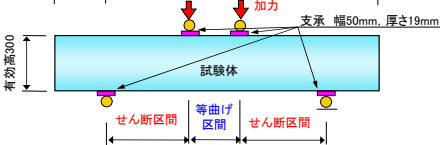


図 4 試験状況図 単位 mm

キーワード 梁部材, 耐震補強, 曲げ補強, せん断補強

連絡先 東急建設株式会社 技術研究所 〒229-1124 神奈川県相模原市田名 3062-1 TEL042-763-9507 FAX042-763-9504

また、図 5、6 に F タイプと S タイプの荷重変位図を示す。変位はスパン中央の値である。

F タイプの試験体はすべて等曲げ区間のコンクリートが圧壊した曲げ破壊の形態を呈した。AS-F と ASN-F はコンクリートの圧壊後も優れたじん性を示し、変位 50mm

で試験を終了した。このためコンクリート上縁ひずみが 0.0035 に達した時を最大荷重とした。なお、AS-F と ASN-F の限界状態には大きな違いは見られなかった。実験値と計算値を比較すると、NB-F は降伏、最大荷重ともにほぼ等しい。AS-F の降伏荷重はほぼ等しいが、最大荷重の実験値が計算値の 1.18 倍となった。一方、ASN-F は降伏、最大荷重ともに実験値が計算値の 1.11 倍、1.16 倍となった。この理由としては、降伏時のまでの変形の小さい領域では ASN-F はずれ止めがないため、鋼材とコンクリートの付着により一体性が保たれず、アーチサポート鋼材の降伏が遅れる。しかし、限界状態時のような大変形時には、鋼板とせん断補強筋が接合されていることにより一体性が確保され、ずれ止めの有無にかかわらず、AS-F と ASN-F の最大荷重がほぼ同等となったと推察される。

S タイプでは NB-S および AS-S が斜めひび割れ発生後、せん断補強筋が降伏したせん断圧縮破壊となった。一方、SN-S はせん断補強筋の降伏後も荷重が上昇して、曲げ破壊型となった。最大荷重の実験値と計算値を比較すると、NB-S はほぼ等しくなったのに対し、AS-S では 1.29 倍、ASN-S では 1.55 倍となり、AS タイプの試験体の実験値は計算値を大きく上回っている。破壊形態が同じ NB-S と AS-S の計算値と実験値の差が大きくなった要因として、アーチサポート鋼材のダウエル効果が挙げられる。また、ASN-S はずれ止め筋がないことから引張鋼材とコンクリートの付着が低下し、かつコンクリートが比較的健全であったためアーチ機構が卓越した結果、せん断耐力がさらに向上して曲げ破壊型になったものと考えられる。

6. まとめ

- (1) AS 梁, ASN 梁の曲げ耐力は、せん断補強筋比が 1.0 程度で、 $d/3$ 程度以下のピッチでせん断補強筋を配置する場合、アーチサポート鋼板のずれ止めの有無にかかわらず、じん性に優れた曲げ破壊形式を呈した。
- (2) AS 梁, ASN 梁の曲げ耐力は、鋼材を引張鉄筋とみなし、RC として計算した値をやや上回った。
- (3) AS 梁, ASN 梁では、アーチサポート鋼材のダウエル効果によるせん断耐力の向上がみられた。
- (4) $a/d=2.0$ のディープビームとなる AS 梁, ASN 梁は、ずれ止め筋がない場合、アーチ機構が卓越し、ずれ止め筋がある場合よりもせん断耐力が向上する。

謝辞 本実験にあたり助言いただきました(財)鉄道総合技術研究所コンクリート構造の関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- ・土木学会：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]，2002
- ・(財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物，2002.12

表 3 各試験体の計算値と実験値

試験タイプ	試験体名	曲げ限界状態時の荷重 $P_{my}, P_{mu}(kN)$		せん断耐力 (kN)	曲げせん断耐力比	降伏荷重	最大荷重
		曲げ降伏時 $P_{my}(=M_y/L_a)$	最大曲げ耐力時 $P_{mu}(=M_u/L_a)$	$V_{ydd1}=V_{cdd}+\phi V_{sdd}$	V_{ydd1}/V_{mu}	実験値	実験値
曲げ破壊 Fタイプ	NB-F	372	386	645	1.67	377	378
	AS-F	433	490	655	1.34	445	578
	ASN-F	433	490	655	1.34	481	569
せん断破壊 (せん断補強筋あり) Sタイプ	NB-S	372	386	356	0.92	—	378
	AS-S	433	490	390	0.80	425	502
	ASN-S	433	490	390	0.80	484	603

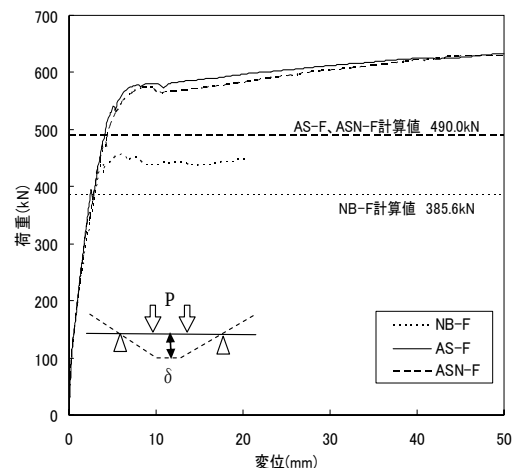


図 5 荷重変位図 (F シリーズ)

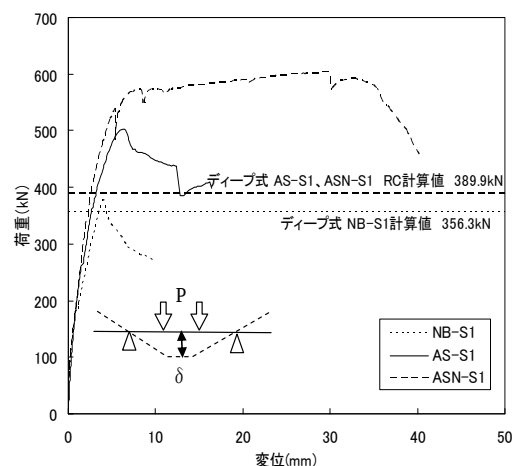


図 6 荷重変位図 (S シリーズ)