

異形鉄筋をずれ止めとして用いるハーフプレキャストはり部材のせん断載荷実験

秋田大学 正会員 ○高橋 良輔
ランドス (株) 正会員 松岡 智
高知工科大学 フェロー 島 弘
(株) コムスエンジニアリング 正会員 土屋 智史

1. はじめに

ハーフプレキャスト部材は、プレキャスト（以下 PCa）部材と場所打ちコンクリートが一体となって外力に抵抗する鉄筋コンクリート部材であり、土木構造物建設における生産性向上に資することが期待されている。ハーフ PCa 部材の合理的な設計のためには、複合構造部材と同様にその接合面が部材性能に及ぼす影響を正しく評価することが重要である。そこで、異径鉄筋を接合面のずれ止めとして用いるハーフ PCa はりのせん断力挙動に鉄筋諸元が及ぼす影響を調べるため、載荷実験を行った。また本実験は、将来的に、この接合面の構成則を組込んだ構造解析による汎用な応答値算定手法の実現を考慮し、その検証用の実験とすることも目的としている。

2. 実験供試体

図-1 に供試体形状寸法、表-1 に供試体諸元を示す。供試体は下縁から 200mm の位置に水平方向の接合面を有し、接合面より下側を PCa 部、上側を場所打ち部と呼ぶ。将来的に接合面構成則の検証実験を兼ねることから、ずれ止め筋位置の接合面にせん断力と面直交方向力が複合して作用する載荷条件とした。支点近傍載荷では a/d が小さく、斜めひび割れ発生後に圧縮ストラットが形成され、この位置のずれ止め筋にはせん断力と面直交の圧縮力が作用する。そこで、ずれ止め筋が圧縮ストラット内に位置する条件を有限要素解析で予備検討し、供試体の a/d を 1.3 とした。せん断スパンは一方を観測側とし、他方は、せん断破壊と接合面のずれ変位が生じないように、せん断補強兼ずれ止め筋を多量に配置したうえ、接合面に洗出し処理（3mm）をした。主鉄筋は高強度ねじふし筋で、定着破壊しないよう鋼板とナットにより供試体端部に定着した。PCa 部と場所打ち部のコンクリート強度は同一とした。

実験因子は、実構造では接合面に洗出し処理を行うのが一般的であることから洗出し処理の有無と、ずれ止め筋の径とした。SW シリーズは接合面に 3 mm の洗出し処理を行い、SN シリーズは、せん断挙動へのずれ止め筋のみの影響を調べるために洗出し処理をせず、接合面にフッ素樹脂シートを 2 枚重ねて敷設し、摩擦を無くした。

3. 破壊形態

図-2 に、せん断力（= 荷重/2）とずれ止め筋側の載荷点変位の関係を示す。また、図-3 に実験終了後のひび割れ性状を示す。接合面を洗出し処理した SW0 と SW10 は、破壊前に試験機容量に達したため載荷を中断した。これらはずれ止め筋の有無による挙動の違いはなく、典型的なせん断圧縮破壊の性状を示した。なお、剛性変化は斜めひび割れ発生による。接合面に摩擦のない SN10 と SN22 は、初期剛性は洗出し処理をした SW シリーズと等しいが、せん断力 20kN 付近で接合面から載荷点に向かう曲げひび割れが発生し、剛性が大きく低下した。その後、せん断力 60kN 付近で接合面から支点に向かう斜めひび割れが生じ、さらに剛性が低下して最大せん断力に達した。載荷

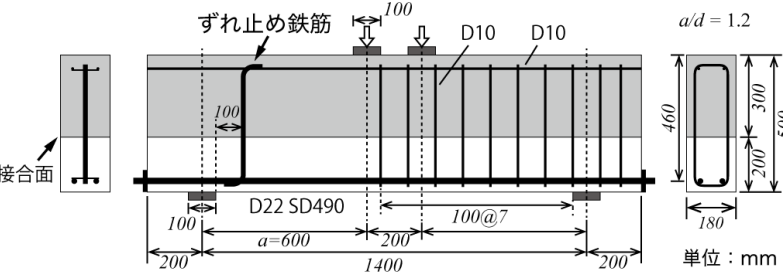


図-1 供試体形状・寸法

供試体		洗出し 処理	ずれ止め筋 種類	f'_c [N/mm ²]		せん断耐力			
						算定値*		実験値	
				場所	PCa	$V_{u,c}$ [kN]	$V_{u,exp}$ [kN]	$V_{u,exp}$ / $V_{u,c}$	
SW0	あり	—	—	29	34	235	> 250	> 1.06	
SW10	あり	D10(SD295)	—	29	34	235	> 250	> 1.06	
SN10	なし	D10(SD295)	—	17	19	178	74.1	0.42	
SN22	なし	D22(SD345)	—	19	18	165	84.3	0.51	

*場所打ち部の圧縮強度を算定に使用

キーワード ハーフプレキャスト、接合、鉄筋、せん断、ずれ止め、ダウエル作用

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学大学院理工学研究科 TEL 018-889-2653

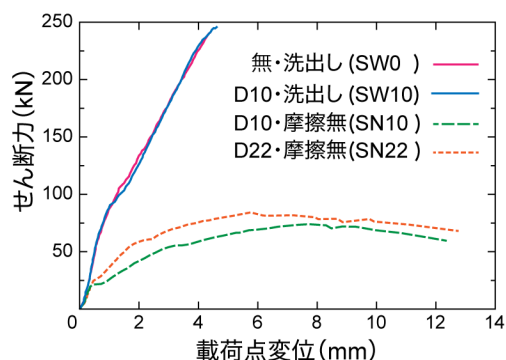


図-2 セン断力-荷点変位関係

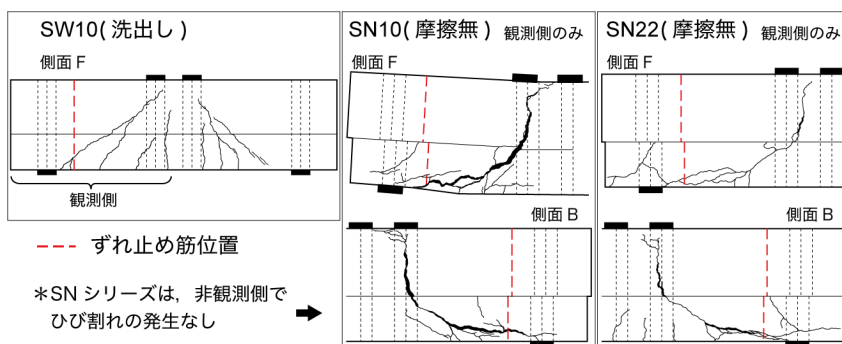


図-3 ひび割れ性状

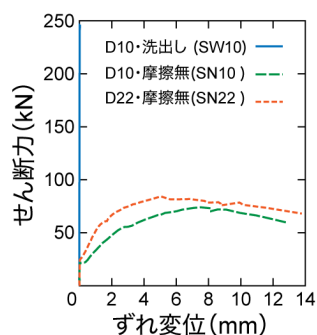


図-4 接合面のずれ変位

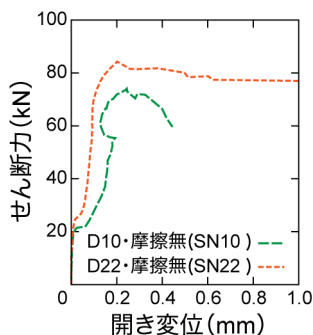


図-5 接合面の開き変位

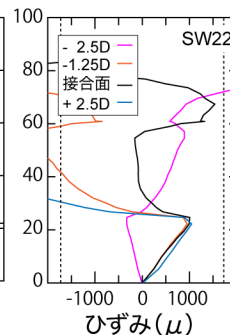
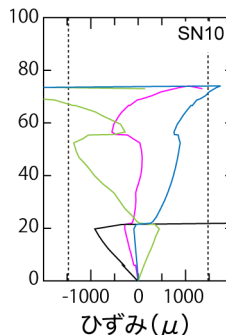
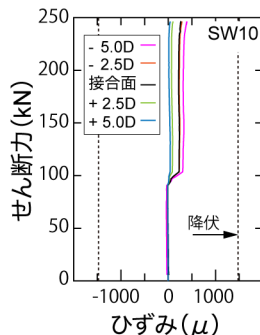


図-6 ずれ止め筋ひずみ (+ : 場所打ち側, - : PCa 側)

点下の曲げひび割れは、途中で斜めに進展してはり上縁に達しており、これが破壊の原因と考えられる。ただし、ずれ止め筋位置から部材端部へのひび割れも同時に生じており、それによる破壊の可能性も考えられる。曲げひび割れ発生から最大せん断力に至るまでの剛性は、ずれ止め筋径が大きい SN22 の方が SN10 より大きく、部材剛性にずれ止め筋のせん断力-ずれ変位関係のずれ剛性²⁾が直接影響していることが確認できる。

4. セン断耐力

表-1 にせん断耐力を示す。接合面に洗出し処理を行った SW0 と SW10 のせん断耐力は算定値を上回ったが、接合面摩擦のない SN10 と SN22 は最大せん断力が算定値の 42%, 51% と大幅に低下した。ただし、ずれ止め筋がなければ曲げひび割れ発生で破壊するため、1 本のずれ止め筋により 4 倍程度耐力が向上している。また、ずれ止め筋径が大きい SN22 は、SN10 よりも 20% 程度耐力が大きく、今回の実験ではずれ止め筋径が耐力に影響している。

5. 接合面およびずれ止め筋の挙動

図-4、図-5 にずれ止め筋位置の接合面のずれ変位、開き変位を示す。曲げひび割れ発生により、ずれ変位が増加し始め、それ以降、ずれ変位挙動はせん断力-荷点変位関係と一致しており、接合面挙動と部材挙動との相関が確認できる。開き変位はずれ変位とともに増加しており、ずれ止め筋は引張せん断という想定とは異なる作用下であったことがわかる。ずれ止め筋のひずみを図-6 に示す。SW10 では斜めひび割れ発生時に若干ひずみが増加するが、洗出し処理による接合面のせん断抵抗のため、ずれ止め筋にはほとんど力が作用していない。一方、SN シリーズでは、荷重開始時から PCa 部で圧縮力、場所打ち部で引張力がずれ止め筋に作用する。これが曲げひび割れ発生により、鉄筋が PCa 部から引抜かれる逆向きの力に変化し、かつ大幅に力が増加する。その後 PCa 部の斜めひび割れ発生によって再び挙動が変化しており、部材のひび割れ進展がずれ止め筋の挙動に大きく影響することがわかる。

6. まとめ

接合面のせん断抵抗がずれ止め筋のみの場合、その設置により部材耐力が増加し、鉄筋径が大きいとさらに耐力は増加する。また、ずれ止め筋位置の接合面のずれ変位挙動は部材の荷点変位の挙動とほぼ相関した。したがって、ずれ止め筋のせん断力-ずれ変位関係、せん断耐力の正しい評価がハーフ PCa 部材の挙動評価に必要である。

参考文献

- 例えば、国土交通省：コンクリート生産性向上検討協議会 HP, <http://www.mlitt.go.jp/tcc/i-con-concrete.html>
- 高橋良輔, 島弘, 松岡智, 土屋智史：異形鉄筋をずれ止め用に用いたコンクリート間接合面のせん断挙動, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.2, pp.475 - 480, 2018.