

FRP材を用いたコンクリートはりの埋込み型せん断補強

鹿児島大学 学生員 ○森 勝
 鹿児島大学 正 員 松本 進
 鹿児島大学 正 員 ミョーキン
 インフラテック㈱ 正 員 橋口 喬

1. はじめに

近年、FRPロッドを用いたコンクリート構造が各種開発、実用化されている中で、FRPロッドの剛性が鉄筋に比べて小さいために発生する斜めひび割れ幅やひび割れの進展が大きく美観や耐久性の点から望ましくないという問題が指摘されている。本報告ではこの点を鑑みて、プレキャスト素材を場所打ちコンクリートに埋込むことによって、せん断補強を試みようとするもので、今回は特に埋込み型プレキャスト素材(PC素材、GRC素材)のせん断補強について検討を加えたものである。

2. 実験供試体並び実験方法

図-1は実験供試体を示したもので、その断面(20×30cm)は、せん断補強材としてスターラップのみ、スターラップとプレキャスト素材、プレキャスト素材のみの3種類である。使用した連続繊維はガラス、アラミドの2種類である。主要因は表-1にあるようにスターラップの有無、ピッチ、プレキャスト素材の種類(PC素材、GRC素材)、およびプレキャスト素材がPCの場合は導入したプレストレス量、GRCの場合は厚さ、枚数となっている。実験方法は通常の曲げせん断試験で、せん断スパン比が約3.0程度で、载荷としては一度場所打ちコンクリートに斜めひび割れが発生した段階で除荷し、同荷重まで2度繰り返し载荷を行い、次の载荷で破壊に至らしめた。計測としては、プレキャスト素材の表面に直角3軸型ロゼットゲージを貼布してせん断ひずみを求めた他、コンクリート表面およびスターラップのひずみも計測した。また、II型ゲージを場所打ちコンクリート表面に貼布して、斜めひび割れ幅を計測した。なお、実験に用いた場所打ちコンクリート、プレキャストモルタルの物理的性質を表-2、表-3に示す。

表-1 実験要因

ガラス繊維			アラミド繊維		
供試体 No.	プレキャスト素材	スターラップ ピッチ(cm)	供試体 No.	プレキャスト素材	スターラップ ピッチ(cm)
G1	—	20	A1	—	20
G2	PC ($P_{ex}=1.98\text{tf}$)	30	A2	PC ($P_{ex}=3.68\text{tf}$)	30
G3	PC ($P_{ex}=5.52\text{tf}$)	—	A3	PC ($P_{ex}=11.8\text{tf}$)	—
G4	GRC (2×15cm×1枚)	30	A4	GRC (3×15cm×1枚)	30
G5	GRC (2.6×15cm×2枚)	—	A5	GRC (3×15cm×3枚)	—

備考: P_c , P_{ex} : プレキャストPC素材の有効プレストレス力
 スターラップ: GFRP ϕ 6, AFRP ϕ 8

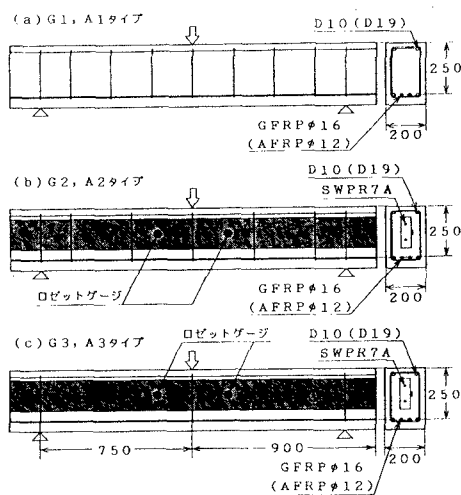


図-1 実験供試体

表-2 場所打ちコンクリートの物理的特性

実験供試体 No.	強度 (kgf/cm^2)	弾性係数 ($\times 10^4 \text{kgf}/\text{cm}^2$)
G1~G3	35.5	2.44
G4, G5	38.9	2.89
A1~A3	36.9	2.58
A4, A5	41.0	2.01

表-3 プレキャストモルタルの物理的特性

プレキャスト 素材 No.	強度 (kgf/cm^2)	弾性係数 ($\times 10^4 \text{kgf}/\text{cm}^2$)	ポアソン比
G2, G3	58.1	2.87	0.208
A2	55.7	2.79	0.196
A3	56.3	2.84	0.295
G4, G5 A4, A5	74.7	2.67	0.245

3. プレキャスト素材のせん断力の評価

ロゼットゲージより得られた3軸方向のひずみをそれぞれ ϵ_1 、 ϵ_2 、 ϵ_3 （横、斜め、縦ひずみ）とするとそのときのせん断ひずみ γ_{xy} は次式で得られる。

$$\gamma_{xy} = 2 * ((\epsilon_1 + \epsilon_3) / 2 - \epsilon_2) \quad (1)$$

従って、せん断応力 τ_{xy} は(2)式で得られる。

$$\tau_{xy} = G * \gamma_{xy} \quad (2)$$

ここで、Gはせん断剛性を示す。本解析では、上記のせん断ひずみがプレキャスト断面内に一様に分布するものとしてせん断力を求めた。

4. 実験結果

プレキャスト素材に発生した斜めひび割れは、図-2に一例を示すように、ロゼット解析による主ひずみが急変したり、主ひずみが初期に導入したプレストレスひずみとモルタルの引張ひずみの総和に達した値(PC)、GRCの引張ひずみに達した値を参考にして判定した。

表-4は実験結果の一覧を示したもので、プレキャスト素材の負担せん断力(V_p)は、(2)式を用いて求めたものである。同表より(1)場所打ちコンクリートに斜めひび割れが発生した場合、プレキャスト素材を用いた供試体では、プレキャスト素材がすでに0.8~2.5tf程度のせん断力を負担していることが分かる。一方、この時点ではスターラップはせん断力をほとんど負担していない。さらに、場所打ちコンクリートが受け持つ負担せん断力(V_c)は中村、松貝式¹⁾と同程度であった。

(2)プレキャスト素材に斜めひび割れが発生した場合、PC素材を用いた供試体では、その負担せん断力(V_p)は終局時と同程度であることが分かる。一方、GRC素材を用いた場合には、その負担せん断力(V_p)は終局時に至るまで増加し続けていることが分かる。この理由としては、ガラス繊維の伸び能力が大きいことによるものと考えられる。

(3)終局時において、PC素材を用いた供試体(G2、G3、A2)では、その負担せん断力は有効プレストレス力の50~70%程度であり、一方、GRC素材を用いた供試体(G4、G5、A4)では、GRC素材の引張強度相当分が負担せん断力として見込める。

(4)破壊形式については、供試体A5を除けば全て斜め引張破壊であった。なお、供試体A1の破壊は斜め引張破壊であったが、スターラップの曲げ成形部の破断を伴う急激な破壊であり、そのせん断耐力は中村、松貝式¹⁾で予想できる値と同程度であった。

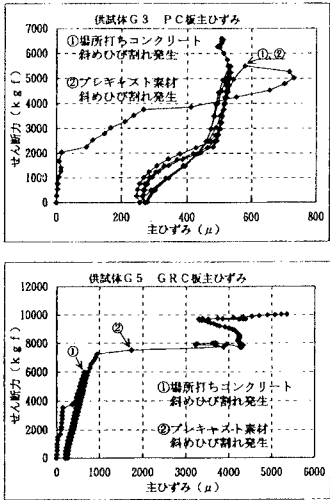


図-2 せん断力-主ひずみ関係図

表-4 実験結果一覧

供試体 No.	場所打ちコンクリート 斜めひび割れ発生時				プレキャスト素材 斜めひび割れ発生時				終局時				破壊形式
	V_1	V_{r1}	V_{s1}	V_{c1}	V_1	V_{r1}	V_{s1}	V_{c1}	V_1	V_{r1}	V_{s1}	V_{c1}	
G1	4.05	—	0.05	4.01	—	—	—	—	5.70	—	1.60	4.10	斜め引張
G2	5.53	1.89	0.20	3.44	6.00	1.50	0.78	3.72	6.63	1.47	1.36	3.80	斜め引張
G3	5.60	2.06	—	3.52	5.60	2.06	—	3.52	6.60	2.47	—	4.13	斜め引張
G4	5.56	1.17	0.12	4.26	6.76	1.92	0.93	3.91	7.48	2.10	1.15	4.23	斜め引張
G5	6.01	0.83	—	4.36	7.50	1.98	—	3.54	10.04	2.73	—	4.39	斜め引張
A1	4.52	—	0.31	4.21	—	—	—	—	9.31	—	4.92	4.39	*斜め引張
A2	5.96	1.79	0.24	3.96	6.82	2.47	0.44	3.92	9.44	2.47	2.96	4.01	斜め引張
A3	6.01	1.73	—	4.29	6.00	1.73	—	4.29	6.00	1.73	—	4.29	斜め引張
A4	7.03	2.48	0.23	4.32	7.96	2.73	0.44	4.81	10.94	3.15	2.93	4.86	斜め引張
A5	—	—	—	—	9.17	2.13	—	2.78	10.59	2.60	—	2.78	曲げ圧縮

備考: V : 全せん断力
 V_r : プレキャスト素材負担せん断力
 V_s : スターラップ負担せん断力
 V_c : 場所打ちコンクリート負担せん断力
(ただし、G4、G5、A4、A5の終局時の V_r は推定)
(*: 曲げ成形部の破断)

5. まとめ

本研究より、埋込み型プレキャスト素材によるせん断補強は可能であり、そのせん断補強量は、PC素材では概略プレストレス力の半分程度、GRC素材では引張強度相当分が期待できそうである。

(参考文献)

1) 中村光、松貝勇; 連続繊維で補強したコンクリートはりのせん断耐荷力, 土木学会論文集, No.508/V-26, 1995年2月