

下面増厚補強したRCはりのせん断耐力評価

香川高等専門学校専攻科 学生会員 ○山本光
香川高等専門学校 正会員 水越睦視
香川高等専門学校 非会員 松原三郎

1. はじめに

本研究は、下面増厚補強されたスターラップを有しない補強はりのせん断耐力式の評価を目的としている。既往の研究では、土木学会の基である二羽らのせん断耐力式を用いた算定法が報告されているが、曲げや剥離に関する研究の中で行われたものであり、データ数も少ない。そこで本研究では、有効高さや配筋を実験パラメータとした補強はり載荷試験を行い、複数のせん断耐力式について比較検討を行った。

2. 下面増厚補強はりの載荷試験

2. 1 試験方法

供試体の形状寸法と配筋を表-1 に、載荷試験の概略図を図-1 に示す。母体となる供試体は、P-series では b および h 、V-series では b を一定とした。P1-series および V-series は道路橋 RC 床版を想定して下面増厚を支点の手前までとした。一方、P1-series を除く P-series はトンネルやボックスカルバートを想定した下面全域増厚とした。全供試体において斜め引張破壊を想定し、主鉄筋のせん断スパン比は 2.5～4.0 の範囲とした。

母体コンクリートおよび増厚材となる PCM の特性値を表-2 に示す。下面増厚施工は、母体コンクリート下面のディスクサンダーケレン、補強鉄筋の固定、界面へのプライマー塗布、PCM の打設、の順に行った。

2. 2 試験結果

試験で得られたせん断耐力を計算値で除した試験値-計算値比について、平均値 μ および変動係数 V を算出した。無補強供試体は、計算式に二羽らのせん断耐力式を使用し、 $\mu=0.96$ 、 $V=8.8$ であった。下面増厚補強供試体については表-3 に示す。計算式は後述する(1)～(3)式を使用した。

破壊形式は、V7 を除く全ての供試体で斜め引張破壊となった。図-2 に示す下面増厚補強はりの代表的なひび割れ形状は、載荷点から主鉄筋に向かう 1 本のひび割れのみを生じて破壊したものと、補強鉄筋に向かうひび割れを伴う 2 本のひび割れを生じて破壊したものに大別される。界面剥離については、破壊直前の中央断面ひずみ分布より、影響は無いと判断した。

3. 計算式の検討

下面増厚補強供試体のせん断耐力を算出する式として、(1)～(3)式を使用し比較検討を行った。(1)式は二羽式における有効高さ d に平均有効高さを使用し、(2)式は増厚部補強鉄筋の図心を有効高さとするものである。(3)式は、本研究で提案する実験式で、2 つの圧縮パスを仮定し考案した。表-3 よりこれらを比較すると、(1)式は安全側の、(2)式は危険側の評価を与えているのに対し、(3)式は精度よくせん断耐力を算出しており、既往の(1)式よりもばらつきが小さい結果となった。

4. まとめ

本研究では、補強鉄筋を用いて下面増厚補強した RC はりについて、本研究で提案する無補強部と補強部の和をとる実験式により、せん断耐力を比較的精度よく評価できることを確認した。ただし、下面増厚補強はりのせん断耐荷機構は非常に複雑であり、解析等を用いた更なる検討が必要であろう。

表-1 供試体の形状寸法と配筋

供試体名	a (mm)	a/d1	d1 (mm)	主鉄筋	d2 (mm)	補強鉄筋	d' (mm)
P1-hunch	1000	4	250	D22-4	-	-	-
P1'-hunch				D22-4	306	D13-5	266
P1"-hunch				D22-4	303	D6-6	256
P2	1000	4	250	D22-4	-	-	-
P2'				D22-4	306	D13-5	266
P2"				D22-4	303	D6-6	256
P3	600	3	200	D19-3	-	-	-
P3'				D19-3	305	D10-6	235
P3"				D19-3	303	D6-6	219
P4	800	4	200	D19-4	-	-	-
P4'				D19-4	305	D10-6	229
P4"				D19-4	303	D6-6	215
V1	420	3.5	120	D16-2	-	-	-
V1'				D16-2	143	D6-2	123
V2				D16-2	-	-	-
V2'	525	3.5	150	D16-2	173	D6-2	153
V3				D16-2	-	-	-
V3'				D16-2	203	D6-2	183
V3"	630	3.5	180	D16-2	205	D10-2	187
V4-hunch				D16-2	-	-	-
V4'-hunch				D16-2	203	D6-2	183
V5	468	2.6	180	D16-2	-	-	-
V5'				D16-2	203	D6-2	183
V6				D16-2	-	-	-
V6'	540	3	180	D16-2	203	D6-2	183
V7				D13-2	-	-	-
V7'				D13-2	203	D6-2	185

表-2 コンクリートおよび増厚材の特性値

供試体	コンクリート			増厚材		
	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
P1-series	36.2	3.1	28.5	35.3	-	20.5
P2-series	35.4	2.7	29.0	36.3	-	20.3
P3-series	34.4	2.8	28.3	38.3	-	20.6
P4-series	33.2	2.9	28.6	41.8	-	20.6
V1-series	35.0	3.2	29.2	63.0	5.7	21.9
V2-series	34.6	3.0	29.3	60.0	5.7	22.5
V3-series	33.4	3.0	26.4	60.9	5.7	23.1
V4-series	34.3	3.1	33.7	60.3	5.7	23.2
V5-series	37.7	3.2	32.2	62.6	5.7	23.8
V6-series	40.7	3.2	31.6	62.1	5.7	23.3
V7-series	37.6	3.6	30.0	62.6	5.7	23.2

表-3 載荷試験結果

供試体名	曲げひび割れ 発生荷重(kN)	せん断ひび割れ 発生荷重(kN)	試験値-計算値比		
			(1)式	(2)式	(3)式
P1'-hunch	50	210	0.91	0.82	0.85
P1"-hunch	50	200	0.96	0.85	0.90
P2'	40	220	0.96	0.86	0.90
P2"	30	234	1.13	1.00	1.06
P3'	50	220	1.05	0.84	0.92
P3"	60	210	1.14	0.86	0.98
P4'	40	220	1.14	0.90	0.98
P4"	46	198	1.13	0.86	0.97
V1'	40	67	1.04	0.92	0.97
V2'	32	75	1.07	0.97	1.01
V3'	60	81	1.08	1.00	1.04
V3"	60	81	1.03	0.96	0.99
V4'-hunch	60	82	1.09	1.00	1.04
V5'	60	78	0.90	0.82	0.86
V6'	40	84	1.00	0.92	0.96
V7'	56	74	1.07	0.99	1.02
平均値μ			1.04	0.91	0.97
標準偏差V			7.6	7.5	6.7

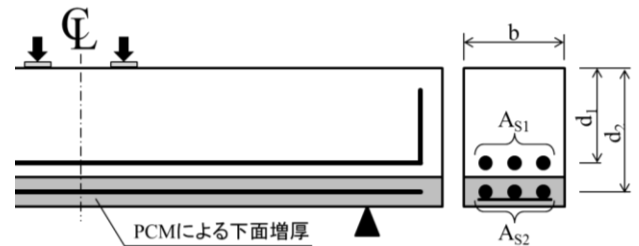


図-1 載荷試験概略図

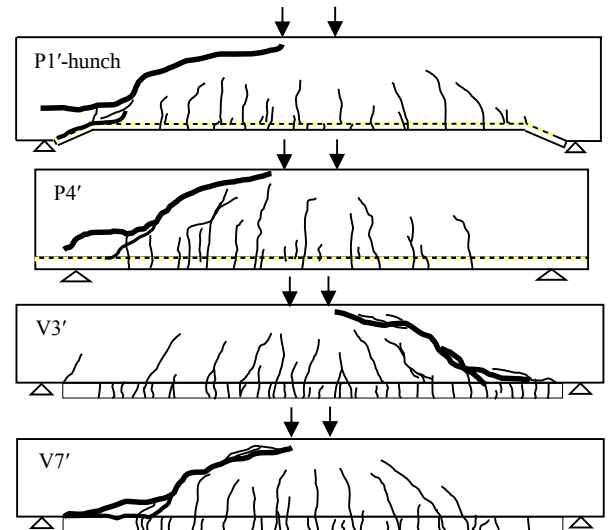


図-2 ひび割れ形状

$$V_c = 0.20(f'_c p_w)^{1/3} d^{-1/4} \{0.75 + 1.4/(a/d)\} b_w d \quad (1)$$

ここに,

$$d = (A_{s1} d_1 + A_{s2} d_2) / (A_{s1} + A_{s2})$$

$$p_w = 100(A_{s1} + A_{s2}) / (b_w d)$$

$$V_c = 0.20(f'_c p_w)^{1/3} d_2^{-1/4} \{0.75 + 1.4/(a/d)\} b_w d_2 \quad (2)$$

ここに,

$$p_w = 100(A_{s1} + A_{s2}) / (b_w d_2)$$

$$V_c = V_{c1} + V_{c2} \quad (3)$$

ここに,

$$V_{c1} = 0.20(f_{ck}(p_{w1} + p_{w2}))^{1/3} d_1^{-1/4} \{0.75 + 1.4/(a/d_1)\} b_w d_1$$

$$V_{c2} = 0.20(f_{ck} p_{w2})^{1/3} d_2^{-1/4} \{0.75 + 1.4/(a/d_2)\} b_w (d_2 - d_1)$$

$$p_{w1} = 100A_{s1} / (b_w d_1), \quad p_{w2} = 100A_{s2} / (b_w d_2)$$

謝辞

本研究において、住友大阪セメント株式会社、前田工織株式会社に多大なご協力を賜りました。ここに感謝の意を表します。