

PAE 系ポリマーセメントモルタルを用いた補強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
 前田工織 正会員 中井 裕司
 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

補強対策の一つである下面増厚工法は、主に耐力力の向上を目的として施工される。しかし、スターラップを有しない下面増厚補強された RC はりのせん断耐力に関しては、土木学会の基である二羽らのせん断耐力式¹⁾で比較的精度よく算定できるとの報告もあるが、データ数は少ない。本研究では、有効高さ、せん断スパン比(a/d)、主鉄筋比、補強鉄筋比などを実験パラメータとするスターラップを有しない下面増厚はりのせん断耐力実験を行い、無補強はりの実験結果との比較でせん断耐力の評価法について検討した。

2. 実験概要

2. 1 供試体および荷重方法

RC はり供試体の形状寸法と配筋を表-1に、はり形状と荷重状況を図-1に示す。なお、A シリーズのみ、道路橋 RC 床版を想定してハンチを設け、下面増厚範囲は支点手前 100mm までとした。B,C,D シリーズはトンネルやボックスカルバートの補強を想定し、RC はり全長にわたって下面増厚を施工した。なお、全ての RC はり断面は、せん断余裕度が 0.7 程度となるよう設計した。増厚部は、母材コンクリート表面をディスク

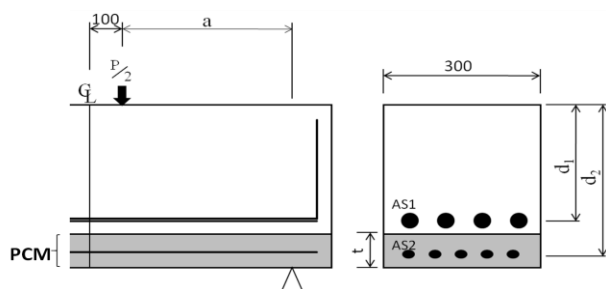


図-1 はり形状と荷重状況

表-1 供試体の形状寸法と配筋

はり名	A-0	A-1	A-2	B-0	B-1	B-2	C-0	C-1	C-2	D-0	D-1	D-2
桁高 (mm)	300	326	319	300	326	319	300	323	319	300	323	319
幅 b_w (mm)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
せん断スパン比 a/d (mm)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0
主鉄筋配筋	D22-4	D22-4	D22-4	D22-4	D22-4	D22-4	D19-3	D19-3	D19-3	D19-4	D19-4	D19-4
主鉄筋配置高さ d_1 (mm)	250	250	250	250	250	250	200	200	200	200	200	200
増厚量 t (mm)	-	26	19	-	26	19	-	23	19	-	23	19
補強筋配筋	-	D13-5	D6-6	-	D13-5	D6-6	-	D10-6	D6-6	-	D10-6	D6-6
補強筋配置高さ: d_2 (mm)	-	306	303	-	306	303	-	305	303	-	305	303

サンダーケレンした後、プライマーを散布し、PAE 系のポリマーセメントモルタル(PCM)を左官工法により 2 層に分けて施工した。

2. 2 配合

母材コンクリートには普通 24-18-20N のレディーミクストコンクリートを用いた。増厚部の PCM の配合は、W/C=32%、P/C=12%、S/C=2.0 とした。

2. 3 材料特性

RC はりの荷重試験時のコンクリートおよび PCM の強度特性を表-2に示す。また、主鉄筋および補強鉄筋に使用した異形鉄筋の機械的性質を表-3に示す。

表-2 コンクリートおよび PCM の特性

項目		圧縮強度 (N/mm^2)	ヤング率 (kN/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	曲げ強度 (N/mm^2)
Aシリーズ	コンクリート	36.2	28.5	3.07	-
	PCM	35.3	20.5	-	10.9
Bシリーズ	コンクリート	35.4	29.0	2.70	-
	PCM	36.3	20.3	-	10.2
Cシリーズ	コンクリート	34.4	28.3	2.82	-
	PCM	38.3	20.6	-	10.5
Dシリーズ	コンクリート	33.2	28.6	2.85	-
	PCM	41.8	20.6	-	10.2

表-3 鉄筋の特性

呼び名	規格	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	降伏ひずみ ($\times 10^{-6}$)
D6	SD295	448	545	2240
D10	SD345	387	540	1935
D13	SD345	365	527	1825
D19	SD345	386	568	1930
D22	SD345	384	570	1920

3. 試験結果および考察

3. 1 破壊形式

はり荷重試験結果の概要を表-4に、補強はりの代表的な破壊性状を図-2に示す。破壊形式は全てのはりで斜め引張破壊となり、せん断ひび割れ発生とはほぼ同時に破壊に至った。最初に[1]の曲げひび割れが腹部中

表-4 試験結果

はり名	A-0	A-1	A-2	B-0	B-1	B-2	C-0	C-1	C-2	D-0	D-1	D-2
曲げひび割れ発生荷重(kN)	17	25	25	15	20	15	14	25	30	14	20	23
せん断ひび割れ発生荷重(kN)	95	105	100	90	110	117	88	110	105	67	110	99
せん断耐力(kN)	95	105	100	90	110	117	88	130	127	67	110	99

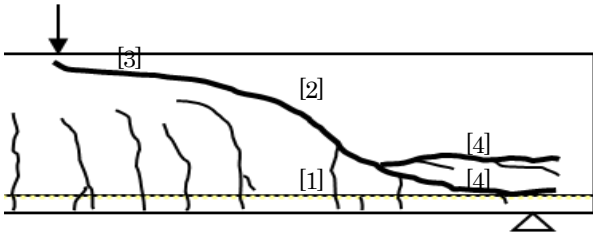


図-2 代表的なせん断破壊性状 (B-2)

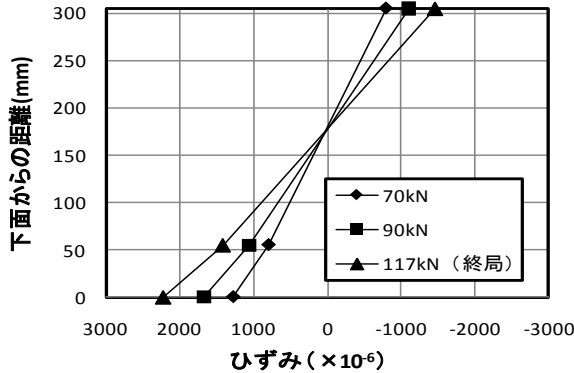


図-3 代表的な中央断面のひずみ分布 (B-2)

中央付近から曲げせん断ひび割れに進展し[2]、これが載荷点へ達し[3]、上縁を貫通するとほぼ同時に、主鉄筋、補強鉄筋に沿う水平ひび割れが発生し[4]、せん断破壊した。代表的な中央断面のひずみ分布を図-3に示す。図より、終局荷重までは界面剥離は生じず、平面保持の仮定が成立していることが確認された。

3. 2 せん断耐力の評価

本実験におけるせん断耐力の実験値と各計算値との関係を図-4に示す。(1)式は二羽式¹⁾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ある。

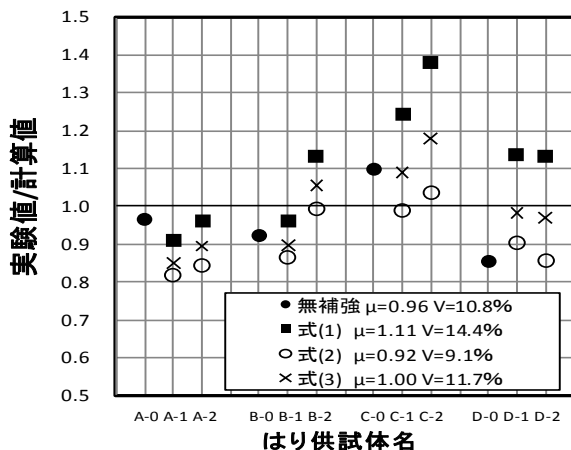


図-4 せん断耐力の実験値と各計算値との関係

$$V_c = 0.20(f'_c p_w)^{1/3} (d/10^3)^{-1/4} \{0.75 + 1.4/(a/d)\} b_w d \quad (1)$$

ここに、

V_c : せん断耐力 (N)

f'_c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

$d = (A_{s1}d_1 + A_{s2}d_2)/(A_{s1} + A_{s2})$ (mm) , b_w : はり幅 (mm)

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

$$V_c = 0.20(f'_c p_w)^{1/3} (d_2/10^3)^{-1/4} \{0.75 + 1.4/(a/d_2)\} b_w d_2 \quad (2)$$

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、

$V_{c1} = 0.20(f'_c (p_{w1} + p_{w2}))^{1/3} (d_1/10^3)^{-1/4} \{0.75 + 1.4/(a/d_1)\} b_w d_1$

$V_{c2} = 0.20(f'_c p_{w2})^{1/3} (d_2/10^3)^{-1/4} \{0.75 + 1.4/(a/d_2)\} b_w (d_2 - d_1)$

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

図-4 中には、各式における実験値/計算値の平均値 μ と変動係数 V も示した。提案した(3)式は $\mu=1.00$ 、 $V=11.7\%$ であり、ばらつきも既往の研究式である(1)式より小さく、算定精度は高かった。この提案式は、図-2で示した破壊状況より、載荷点から主鉄筋と、載荷点から補強鉄筋の2つの圧縮パスによってせん断力を支持していると仮定した。無補強はりでは斜めひび割れが進展し母材の主鉄筋位置のかぶりを抜ける破壊が生じたのに対し、補強はりでは図-2のように増厚部を抜け破壊に至っており、この破壊性状の違いは上記仮定の妥当性を示しているといえる。

4. まとめ

補強鉄筋を用いて下面増厚補強した RC はりのせん断耐力は、2つの圧縮パスを想定し、無補強部によるせん断耐力と補強部によるせん断耐力の和をとる、二羽式を基として考案した計算式により、比較的精度よく算定できることが確認できた。

参考文献

- 1) 二羽淳一郎ほか：せん断補強筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価, 土木学会論文集, No.372, V-5, pp.167-176, 1986.8