

橋梁用コッター床版工法の押抜きせん断耐荷力試験（その2）

株式会社熊谷組 正会員 ○渡邊 輝康 正会員 野口 利雄 正会員 榎 駿介
株式会社熊谷組 フェロー会員 本荘 清司
大阪大学名誉教授・大阪工業大学客員教授 フェロー会員 松井 繁之

1. 目的

著者らは、床版取替工事の工期短縮、省人化に寄与する「コッター床版工法」の破壊性状を確認するため、静的載荷試験を行うとともに、非線形解析により大変形後のせん断破壊性状を追求した。その結果、せん断破壊荷重は概ね一致するが、せん断破壊形状は解析で再現できなかった。そこで、（その1）で示したひび割れ剥離ラインを基に押抜きせん断破壊モデルを構築した。

2. 1方向 PC 床版の押抜きせん断耐荷力の算出

東山・松井により2方向PC床版の押抜きせん断耐荷力算定式¹⁾が提案されているが、支間長を短くした4辺支持でたわみ(3mm)を抑えたせん断破壊先行型の支持条件が前提であり、鉄筋応力も弾性状態に留まる。一方、CASE1,2は配力鉄筋方向を単純支持した一方向版であり、（その1）図-4,5に示すように大きなたわみ（CASE1:29mm, CASE2:26mm）を生じ主鉄筋も降伏応力を超えている。このため、破壊時の力学モデル構築に際して東山・松井式に以下の修正を加えた。すなわち、変形に対する抵抗は主鉄筋方向が支配的であるため、引張抵抗が全領域で同時に起こらず、主たる抵抗は主鉄筋方向が負担し、配力鉄筋方向の引張抵抗は僅かであると推察した。また、曲げ変形に主として抵抗する主鉄筋方向においても図-1に示すように最大荷重時では荷重点周辺の主鉄筋応力（解析値）は降伏点(400N/mm²)を超えており、それらの鉄筋は塑性ヒンジ化し、ダウエル効果が生じ難い」と推察される。これらを考慮して両CASEの押抜きせん断耐荷力モデルを構築した。

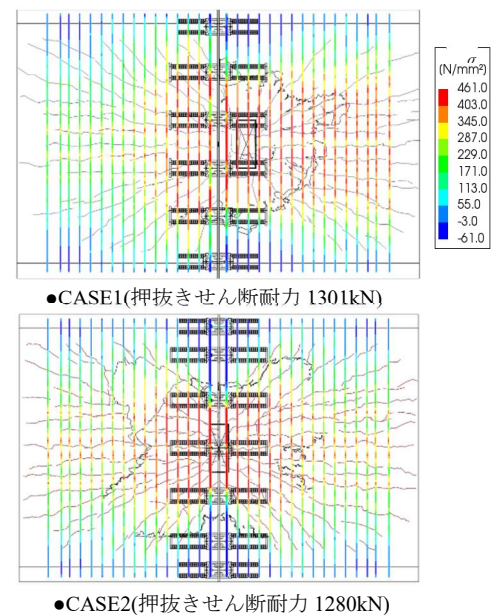


図-1 最大荷重での主鉄筋応力カラー図

(1) CASE1 の押抜きせん断耐荷力

CASE1 の押抜きせん断耐荷力算定式を式(1)、力学モデルを図-2に示す。

$$V_{cp} = 2f_{cvo} \{ a + (\alpha_{m1} + \alpha_{m2})x_m \} x_d + 2f_{cvm} \{ b + (\alpha_{d1} + \alpha_{d2})x_d \} x_m + f_t(n_{pm} \cdot 2C_{pd} \cdot 2C_{pd}) + 2f_t B_d C_{ad} \quad (1)$$

ここに、 V_{cp} :PC床版の押抜きせん断耐荷力(kN), a, b :荷重板の主鉄筋、配力鉄筋方向の辺長(mm), x_m, x_d :主鉄筋、配力鉄筋に直角な断面の引張側コンクリートを無視したときの中立軸深さ(mm), d_d :引張側配力鉄筋の有効高さ(mm), d_p :主鉄筋方向のPC鋼材の有効高(mm), C_d :引張側配力鉄筋のかぶり深さ(mm), n_{pm} :せん断破壊領域内にある主鉄筋方向のPC鋼線本数(本), C_{pd} :せん断破壊領域内にある主鉄筋方向のPC鋼材から引張側配力鉄筋までの距離(mm)= $d_d - d_p$, f_c' :コンクリートの圧縮強度, f_{cvo} :コンクリートのせん断強度(N/mm²)= $0.656f_c'^{0.606}$, f_t :コンクリートの引張強度= $0.269f_c'^{2/3}$ (N/mm²), $\alpha_{m1}=1/\tan\theta_{m1}$, $\alpha_{m2}=1/\tan\theta_{m2}$, $\alpha_{d1}=1/\tan\theta_{d1}$, $\alpha_{d2}=1/\tan\theta_{d2}$, θ_{m1} , θ_{m2} , θ_{d1} , θ_{d2} :せん断破壊面の角度, f_{cvm} :低減したプレストレスを用いて求まる主鉄筋方向のコンクリートのせん断強度(N/mm²)= $f_{cvo} - 2.247(\sigma_{pm} \cdot \sin\theta_m)^2/f_c' + 1.719(\sigma_{pm} \cdot \sin\theta_m)$, σ_{pm} :主鉄筋方向のプレストレス(N/mm²)

ここで、第1,2項は圧縮抵抗領域の主鉄筋方向、配力鉄筋方向のせん断抵抗、第3項は主鉄筋方向PC鋼材のダウエル力によるかぶりコンクリートの引張抵抗、第4項は定着筋のダウエル力によるかぶりコンクリートの引張抵抗

キーワード コッター床版、押抜きせん断耐荷力、押抜きせん断力学モデル

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1

(株)熊谷組 TEL03-3266-8525

を示し、直接載荷される継手を対象とした。

(2) CASE2 の押抜きせん断耐荷力

CASE2 の押抜きせん断耐荷力算定式を式(2)、力学モデルを図-3 に示す。

$$V_{cp}=2f_{cvo}\{a+(\alpha_{m1}+\alpha_{m2})x_m\}x_d+2f_{cvm}\{b+(\alpha_{d1}+\alpha_{d2})x_d\}x_m+f_i(n_{pm}\cdot 2C_{pd}\cdot 2C_{pd})+4f_i(B_a/2)C_{ad}$$

(2)

ここでも、定着筋のダウエル力によるかぶりコンクリートの引張抵抗を考慮したが、破壊形状からひび割れ分散角内に入る内側定着筋のみの効果を考慮した（第4項）。各 CASE のパラメータ等を表-1 に示す。またこれらを用いた押抜きせん断耐荷力 V_{cp} を表-2 に示す。表より、圧縮領域の抵抗力が耐荷力の 90%以上を占める。これは継手の剛性が高く中立軸深さ x_d の上昇を抑えたことと、ひび割れが定着筋を回り込むように進行し圧縮抵抗面積が広がったためと推察される。また、本床版は継手の無い部分で先行破壊し、継手部分の高い耐荷性能を確認できた。

3. 課題

今後も非線形解析の精度向上と、より合理的な押抜きせん断力学モデルの確立に取り組みたい。

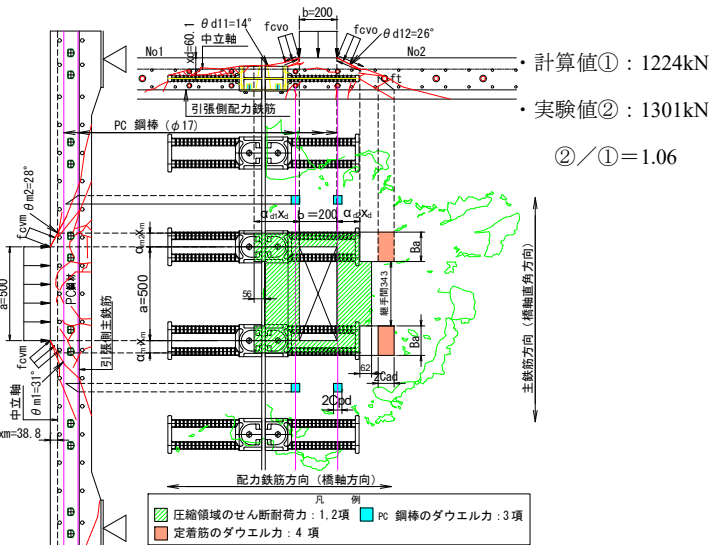


図-2 CASE1 押抜きせん断力学モデル

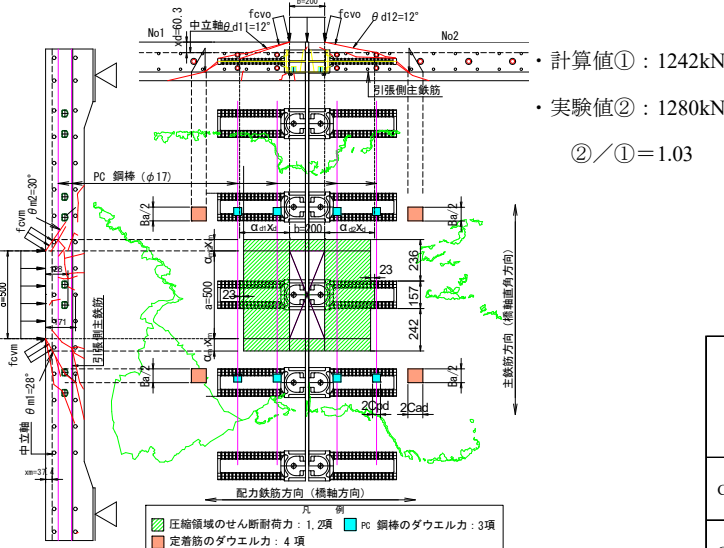


図-3 CASE2 押抜きせん断力学モデル

表-1 パラメータ等一覧表

	CASE1	CASE2	備考
$f_c'(N/mm^2)$	60.7	64.7	
$E_c(\times 10^4 N/mm^2)$	3.82	3.78	
$f_t(N/mm^2)$	4.74	4.48	試験結果
主鉄筋方向	版厚h(mm)	220	
	$d_m(mm)$	154.5	
	$C_m(mm)$	65.5	
	n_{pm}	2	4
	C_{pd}	22.5	
	$x_m(mm)$	38.8	37.4
	$\theta_{m1}(^\circ)$	31	28
	α_{m1}	1.664	1.881
	$\theta_{m2}(^\circ)$	28	30
	α_{m2}	1.881	1.732
配力鉄筋方向	$\sigma_{pm}(N/mm^2)$	4.50	4.45
	$f_{cvm}(N/mm^2)$	11.889	12.071
	$d_d(mm)$	170.5	
	$C_d(mm)$	49.5	
	n_{ad}	2	4
	C_{ad}	43	
	B_a	157	
	$x_d(mm)$	60.1	60.3
	(1-1断面) $\theta_{d11}(^\circ)$	14	12
	α_{d11}	4.011	4.705
	(1-1断面) $\theta_{d12}(^\circ)$	26	12
	α_{d12}	2.050	4.705
	継手上分担幅	294.5	157.0
	(2-2断面) $\theta_{d21}(^\circ)$	18	13
	α_{d21}	3.078	4.331
	(2-2断面) $\theta_{d22}(^\circ)$	18	13
	α_{d22}	3.078	4.331
	継手間分担幅	343.0	478.1
	$f_{cvo}(N/mm^2)$	7.898	8.209

表-2 押抜きせん断耐荷力計算結果

		第1,2項 圧縮領域の せん断耐荷 力 (kN)	第3項 PC鋼材 のダウエル力 (kN)	第4項 定着筋の ダウエル力 (kN)	押抜きせん断耐荷力 V_{cp}	
					計算値 $V_{cp,cal}$ ①(kN)	計測値 $V_{cp,lab}$ ②(kN)
CASE1	数値	1141.2	19.2	64.0	1224.4	1,301
	比率	0.93	0.02	0.05	1.00	1.06
CASE2	数値	1145.0	36.3	60.5	1241.8	1,280
	比率	0.92	0.03	0.05	1.00	1.03

参考文献

1) 東山浩士, 松井繁之, 水越睦視:PC 床版の押抜きせん断耐荷力算定式に関する検討, 構造工学論文集 Vol.47A, pp.1347-1354, 2001.

2) 渡邊輝康,野口利雄,服部翼,槇駿介,本荘清司,松井繁之:機械式コッター式継手を有するプレキャスト PC 床版の押抜きせん断耐荷力,構造工学論文集 Vol.69A,2023