

模擬先行ひび割れを有する RC 床版の押し抜きせん断挙動に関する実験的検討

ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社 正会員 ○佐伯 奈都美
 長岡技術科学大学 正会員 田中 泰司
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠

1. はじめに

先行ひび割れを有する RC 床版の押し抜きせん断耐力に関しては、ひび割れの原因やクラックパターンの違いによって耐荷性能の優劣が異なり、未だにその耐荷機構には不明瞭な点が多い。本研究では、模擬亀裂を有する RC 床版の押し抜きせん断試験を実施し、ひび割れ断面の形状、位置および方向性のそれぞれの影響度を検討した。また、先行亀裂が存在する際の応力伝達機構の検討を行った。

2. 試験体概要

模擬亀裂を有する床版試験体を作成し、一点集中荷重、2 辺単純支持条件下で載荷を行った。載荷板には 50×50mm の鉄板を使用した。配筋図を図 1 に示す。主鉄筋には D16(SD345)、配力鉄筋には D10(SD295)を使用した。コンクリートの圧縮強度 f_c は 24N/mm^2 であった。模擬亀裂は鋼板を部材内部に埋め込むことで作成し、ひび割れ面形状の検討のために、2 種類の異なる鋼板（波板・平板）を使用することとした。模擬ひび割れの配置概要を表 1 に示す。試験終了後、載荷点を通る直交 2 軸で試験体を切断し、内部のひび割れ状況の観察を行った。

3. 試験結果

いずれの試験体も押し抜きせん断破壊により破壊した。図 1 に平板と波板の切断面ひび割れ状況、図 2 に荷重-変位関係を示す。PL では耐力が REF1 の約 2 割程度低下した。一方、波板を用いた試験体ではいずれも基準試験体に対して耐力の向上が見られた。波板が 2 方向に配置され、設置位置が載荷点に近い程、耐力の増進作用が大きく現れている。

亀裂面形状による耐荷性能の相違は、ひび割れ状況においても観察された。図 2 に切断面で観察されたひび割れ状況を示す。平板(PL)の場合はせん断ひび割れが模擬ひび割れ面に沿って進展しているが、波板(W1-V)の場合にはせん断ひび割れ以外に、模擬ひび割れ面の

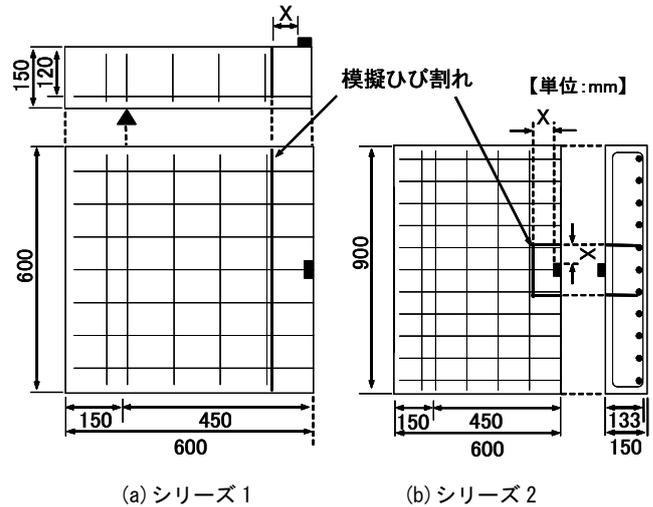


図 1 試験体配筋状況

表 1 試験体概要

試験体名	模擬ひび割れ概要			検討項目			試験体シリーズ
	形状	方向	距離X(mm)	形状	方向	位置	
REF1	-	-	-	-	-	-	1
PL	平板	縦	$d/2=60$	○	-	-	
W1-V	波板	縦	$d/2=60$	○	○	-	
REF2	-	-	-	-	-	-	2
W2-1	波板	縦	$d/2=60$	-	○	○	
W2-2	波板	縦	$d/4=30$	-	-	○	

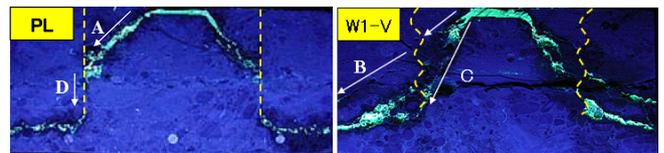


図 1 試験体切断面

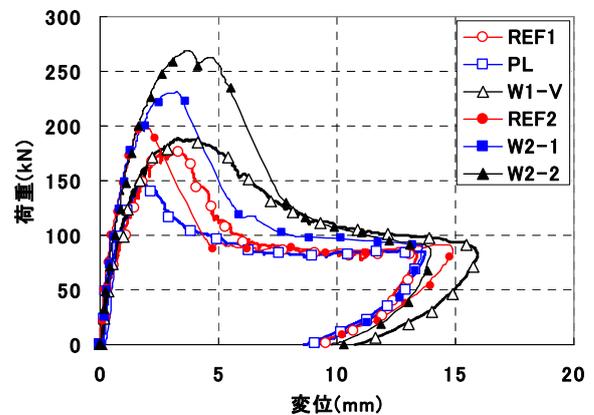


図 2 荷重-変位関係

キーワード 模擬先行ひび割れ, RC 床版, 押し抜きせん断
 連絡先 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島 5-4-20 ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社
 TEL 06-6303-6971

外側に進展する斜めひび割れ(ひび割れ B)と、荷重板下端部と模擬ひび割れ端部を結ぶひび割れ(ひび割れ C)が確認できる。亀裂の位置が荷重板に近い W2-2 ではひび割れ C は見られず、ひび割れ B のみが発生した。波板を使用した場合は凹凸によってせん断伝達力が生じるためにひび割れ B, C を誘発したと推測される。耐力算定に際しては、ひび割れ経路を以下の 4 つに分類し、各経路について破壊荷重を検討することとした。

- ① 荷重板から生じる斜めひび割れ A(経路 A)
- ② 模擬亀裂を貫通するひび割れ B(経路 B)
- ③ 模擬亀裂を迂回するひび割れ C(経路 C)
- ④ 模擬ひび割れ面で滑りが生じるケース(経路 D)

4. ひび割れ A 発生荷重の検討

ひび割れ A の発生荷重の評価には、仲山ら¹⁾の提案式を採用した(式1)。

$$V_1 = \mu \cdot \tau_{s,max} \cdot A_s + (1/2) \cdot \sigma_{t,max} \cdot A_d \quad (1)$$

この式は、前田・松井式²⁾を元に平滑な貫通ひび割れを有する RC 床版の押し抜きせん断耐力が評価可能となるように修正された式である。

5. ひび割れ B 発生荷重の検討

ひび割れ B は模擬ひび割れ面を介して伝達される力により発生するひび割れである。ひび割れ B の発生荷重 V_2 は図 4 に示すように模擬ひび割れ位置を荷重板端部とする押し抜きせん断耐力と等価であると仮定し、前田・松井式により評価を行った。

6. ひび割れ C 発生荷重の検討

模擬亀裂を迂回して生じるひび割れ C の破壊荷重は、ひび割れ C 直交方向の作用引張応力から推定することとした。任意の作用軸で、ひび割れを生じる引張強度 f_t が等しいと仮定すると、最大引張主応力とひび割れ C 直交方向の引張応力の比は式 2 のようになる。

$$k = \frac{1}{\sin 2\theta} \quad (2)$$

この比をコンクリートの圧縮抵抗を表す項に乗じることでひび割れ C の発生荷重 V_3 を推定することとした。

$$V_3 = k \cdot \tau_{s,max} \cdot A_s + (1/2) \cdot \sigma_{t,max} \cdot A_d \quad (3)$$

7. ひび割れ D 発生荷重の検討

波板の場合にはせん断伝達力が無視できないので、式 4 に示すように仲山・中村式に模擬ひび割れ面に生じるせん断伝達耐力 V_{cwd} を加え、評価を行った。鋼製波板のせん断伝達力は事前の要素試験による検討の結果、通常のひび割れ面の 2 倍とした。また平板の場合にはゼロとした。通常のひび割れ面のせん断伝達力の

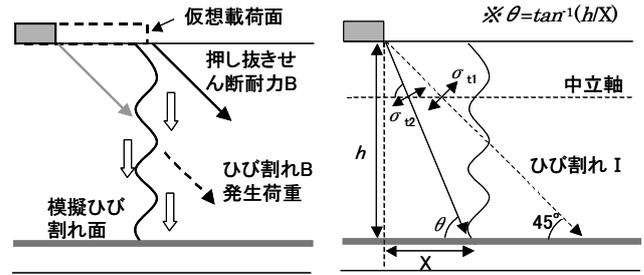


図 4 ひび割れ B 仮定 図 5 ひび割れ C 仮定

表 2 破壊経路判定結果

試験体名	実験値 kN	経路				判定 経路	実験値 /判定 値
		A kN	B kN	C kN	D kN		
PL	149	117	-	-	58	A	1.28
W1-V	188	113	251	215	310	C	0.88
W2-1	231	37	341	231	455	C	1.00
W2-2	269	25	274	333	455	B	0.98

算定には、土木学会標準示方書による算定式を使用した。

$$V_4 = (1/2) \cdot \sigma_{t,max} \cdot A_d + 2V_{cwd} \quad (4)$$

8. 各経路の判定

ひび割れ BCD はひび割れ A よりも後に発生するため、耐力判定は次式によって行うこととした。

$$V = \text{Max}(V_1, \text{Min}(V_2, V_3, V_4)) \quad (5)$$

表 2 に各試験の破壊経路の判定と耐力推定値の結果を示す。推定値は試験値をおおむね妥当に評価していることが分かる。破壊経路の判定結果と実験結果を比較すると、PL, W2-2 は破壊経路が実験値と一致していることが確認できる。W1-V ではひび割れ B, C が発生したが、表 2 から破壊の主要因となったのはひび割れ C と推定できる。

9. 結論

模擬ひび割れを有する RC 床版の押し抜きせん断耐力は模擬ひび割れの形状・位置により異なる破壊経路を形成する。本検討では、想定される各破壊経路に対する耐力評価法と破壊経路の判定法を提案し、実験結果との検証を行った。しかしながら、これらの評価法の検証範囲は本試験結果のデータのみに限られているため、他の試験結果による検証が今後必要である。

参考文献

- 1) 仲山元章, 桧貝勇, 中村光: 貫通ひび割れを有する鉄筋コンクリート床版の押し抜きせん断耐荷力, コンクリート工学年次論文報告集, 16-2, 1994.
- 2) 前田幸雄, 松井繁之: 鉄筋コンクリート床版の押し抜きせん断耐荷力の評価式, 土木学会論文集, 第 348 号/V-1, 1984.8.