

PC 床版の押抜きせん断耐力評価式に関する一考察

山口大学大学院
山口大学

学生員○原田良紀
正会員 松尾栄治

山口大学
石川島播磨重工業(株) 正会員 浜田純夫
正会員 奥村征史

1. はじめに

プレストレスの導入により強度の増大が望めること等の有利性から、近年 PC 床版の使用頻度が増加傾向にある。同時にプレキャスト PC 床版も、品質管理や補修、補強の簡便性からその需要は増加している。

しかし、PC 床版については実用的な頻度が高いにも関わらず、その静的押抜きせん断破壊機構の解明や算定式に関する研究例は極めて少ない。特に少数主桁橋梁の実現に必要な広幅員の横締め PC 床版を対象とした載荷実験に関する報告は、国内ではほとんど見受けられない¹⁾。本研究では、二方向および一方にプレストレスを導入した PC 床版の静的押抜きせん断強度試験を行い、強度の算定方法について考察を行った。すなわち、RC 床版と PC 床版における破壊要因の相違を松井式に反映させることにより精度の高い算定式の提案を試みた。

2. 実験方法

二方向 PC 床版(以後、2PC)および一方 PC 床版(以後、1PC)の供試体は鉄筋量、床版厚、供試体長を変化させた $120 \times 120 \times 16\text{cm}$ と $130 \times 130 \times 13\text{cm}$ の 2 タイプあり、2PC を 11 体、1PC を 10 体作製した。2PC は一方をポストテンション方式、他方をプレテンション方式でテンションを導入した。1PC は一方をポストテンション方式で導入し、他方を鉄筋で補強した。

載荷は供試体材齢 28 日以降において、図-1 に示すような定点載荷試験装置を用いて行った。四隅浮き上がり防止を設けない四辺単純支持とし、載荷位置は供試体中央とした。支持条件はスパン長を 110cm

($120 \times 120 \times 16\text{cm}$ 供試体)、 120cm ($130 \times 130 \times 13\text{cm}$ 供試体)とした。

3. 2PC に関する耐力算定式

3.1 中立軸位置の修正

松井らは、PC 部材においても終局時には、内部応力は RC 部材の場合と本質的に変わらないことから、中立軸は引張側コンクリート無視の中立軸位置としている。しかし、PC 部材はプレストレスの影響が大きく反映されてひび割れの発生が抑制され、コンクリートの有効断面が RC 部材に比べて大きくなる。そこで本研究では、引張部分に許容ひび割れを許すパーシャルプレストレスとしてコンクリート断面を計算した中立軸位置を採用した。

3.2 せん断破壊面の角度の修正

松井らによる実験結果では、有効プレストレスが増すにつれて押抜きせん断破壊面の破壊角度が 45° よりも小さくなるという結果を得ており、せん断破壊面の角度 θ をコンクリ

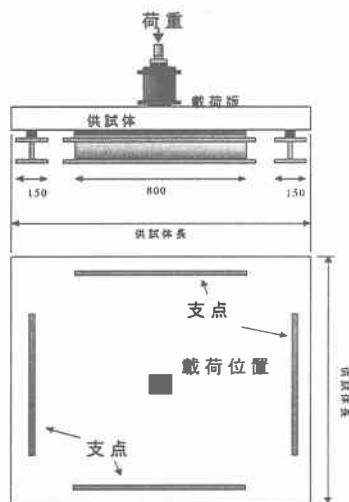


図-1 載荷試験装置

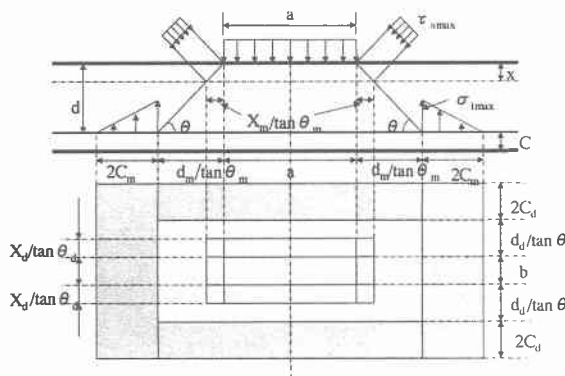


図-2 松井らによる押抜き面の力学モデル

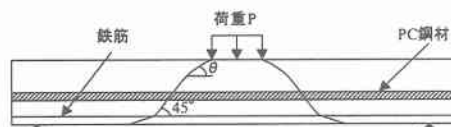


図-3 本実験で仮定した破壊断面

ートのせん断ひび割れ発生耐力と導入プレストレスから求めている。(図-2 参照)

しかし、本実験結果における破壊断面の観察では、図-3 の様に供試体上側(圧縮側)では、曲げ圧縮応力、導入プレストレスによる圧縮応力および荷重による鉛直応力が有効に作用しているために松井らの提案している角度 θ で破壊するが、供試体中央から下側(引張側)にかけては、荷重によって引張応力が進展してくるために RC と似た挙動をとり、RC の破壊角度 45° に近づくことが判明した。そこで本研究では、せん断破壊面の角度を θ と 45° の中間の値を採用することとし、 $(\theta + 45^\circ)/2$ とした。

3.3 最大せん断応力および引張応力の分布範囲の修正

本実験結果における供試体の破壊断面を観察してみると、引張鉄筋のダウエル効果が回廊状の四隅全てには達していなかったもので、四隅の上向きの引張応力分布を三角形にした。また最大せん断応力分布においては、松井式らは図-2 に示すように四隅を重複しているが、今回はその四隅の重複部分を削除した。また、かぶりの破壊始点は載荷板から $(\theta + 45^\circ)/2$ の方向線と引張側鉄筋の中心線の交点とし、引張応力分布範囲を床版厚に比例すると考え、 $2h/5$ とした。

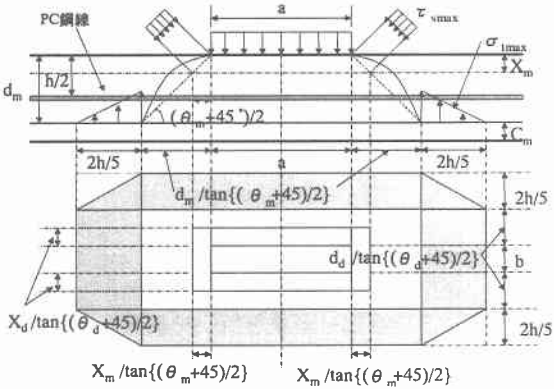


図-4 押抜き面の力学モデル

以上の 3 項目を考慮した力学モデルを図-4、耐力算定式(1)を以下に示す。

$$P = \tau_{s, \max} \left\{ 2aX_d / \tan(\theta_d + 45^\circ)/2 + 2(b + 2X_d / \tan(\theta_d + 45^\circ)/2)X_m / \tan(\theta_m + 45^\circ)/2 \right\} + \sigma_{t, \max} \left\{ 2h/5(a + 2d_m / \tan(\theta_m + 45^\circ)/2) + 2h/5(b + 2d_d / \tan(\theta_d + 45^\circ)/2 + 2h/5) \right\} \quad \text{式(1)}$$

4. 1PC に関する耐力算定式

1PC 供試体は、テンション導入方向には PC 部材、そしてテンションが導入されてない方向には RC 部材と同様な挙動を示すことが実験結果から判明した。そこで、先述の二方向 PC 床版に関する式において、主鉄筋方向のみにテンションを導入したと仮定して以下の点を考慮した。

- (1) 配筋鉄筋方向の中立軸位置 X_d は、引張側コンクリートを無視した RC 断面の中立軸位置とした。
- (2) 配筋鉄筋方向のプレストレス $\sigma_p = 0$ とした。
- (3) 配筋鉄筋方向のせん断破壊面の角度 θ は RC と同様の 45° とした。

以上の 3 項目を考慮した耐力算定式(2)を以下に示す。

$$P = \tau_{s, \max} \left\{ 2aX_d + 2(b + 2X_d)X_m / \tan(\theta_m + 45^\circ)/2 \right\} + \sigma_{t, \max} \left\{ 2h/5(a + 2d_m / \tan(\theta_m + 45^\circ)/2) + 2h/5(b + 2d_d + 2h/5) \right\} \quad \text{式(2)}$$

5. 結論

PC 床版に関する松井らの式に対して、中立軸位置、せん断破壊角度、応力分布範囲の 3 項目について修正を行った結果、2PC に関しては、表-1 に示すように計算値に対する実験値の割合の平均値は 1.08、およびその変動係数は 9.79%、1PC に関しては、平均値は 1.04、変動係数は 14.42% となり精度の向上が確認された。ただし、2PC の計算には未広ら、1PC の計算には松井らの結果も加えた。

表-1 耐力算定式の精度

	平均値		変動係数	
	松井式	修正式	松井式	修正式
2PC	1.11	1.08	13.81%	9.79%
1PC	0.92	1.04	11.27%	14.42%

【参考文献】1) 東山・松井他：PC 床版の押し抜きせん断耐力について、プレストレストコンクリート技術協会、第 7 回シンポジウム論文集、pp13～16、1997-10。