

軽量 PC 床版の押抜きせん断耐力に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○久木野定
山口大学大学院 正会員 松尾栄治
栗本鐵工所（株）正会員 田中 浩
山口大学工学部 正会員 浜田純夫

1. はじめに

現在、橋梁の大型化において工期短縮・低コスト化を図るため、軽量床版を有する少数主桁橋梁が検討されている。また、床版の軽量化は材料的な方法として軽量コンクリートを用いる方法がある。軽量コンクリートはヤング係数・引張強度の低下などが弱点であるが、PC 構造を用いることでそれを補うことが期待できる。本研究では、軽量 PC 床版の静的押抜きせん断試験を行い、これまでに提案された PC 床版の静的押抜きせん断耐力算定式をもとに実験結果との適合性について検討を行った。

2. 供試体および実験方法

本実験で作製した床版 5 体 (PL1~PL5) の諸元を表-1 に示す。本研究で用いた人工軽量粗骨材は最大粒径 15mm, 表乾密度 0.85g/mm³ 吸水率 1.8% である。細骨材は表乾密度 2.58g/mm³ の海砂を使用した。軽量コンクリートの密度は 1.68 g/cm³ になる。なお、プレストレスは一方向のみに導入した。載荷は材齢 28 日以降に行い、四隅の浮き上がり防止を設けない 4 辺単純支持とした。また、載荷位置は床版上面の中央とした。

表-1 供試体諸元と破壊荷重

供試体 No.	コンクリート圧縮強度 (N/mm ²)	割裂引張強度 (N/mm ²)	床版寸法 (cm)	有効プレストレス力 (N/mm ²)	鉄筋比 (%)	破壊荷重 (kN)
PL1	45.57	3.05	140×140×11	5.03	0.637	156.8
PL2						131.3
PL3			140×140×13	4.38	0.510	166.6
PL4						154.8
PL5			140×140×15	3.81	0.425	206.8

3. 実験結果

いずれも破壊形式は、押抜きせん断破壊であった。また、床版厚の厚いものほど破壊荷重は大きかった。写真-1 に床版の破壊下面を示す。プレストレス直角方向には剥離部から外側にはひび割れはあまり見られず、プレストレス導入方向のひび割れが目立った。これは、プレストレス導入によりひび割れ抑制効果が得られたためと考えられる。また、破壊断面では骨材の破壊が見られ人工軽量骨材の引張強度が低いことが確認できた。図-1 に荷重とたわみの関係を示す。床版厚の薄い床版ほど任意の荷重に対したわみが大きく、PC 床版においても床版厚は床版のたわみに大きく関係していることがわかる。

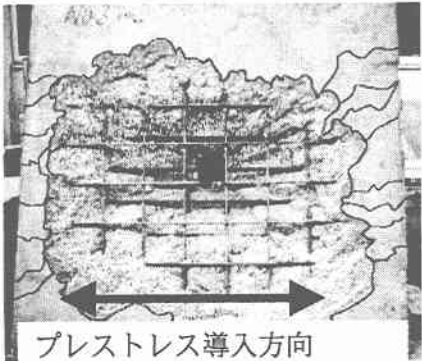


写真-1 破壊後の床版の下面

4. 押抜きせん断耐力算定式(山口大学提案式¹⁾)

筆者らは PC 床版に関する松井らの式²⁾ に中立軸位置、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い、次式を提案した。その力学モデルを図-2 に示す。

$$P = \tau_{s, \max} S_1 + \sigma_{t, \max} S_2$$

ここで、 $\begin{cases} \tau_{s, \max} = 0.252 \sigma_{ck} - 0.000246 \sigma_{ck}^2 \\ \sigma_{t, \max} = 0.583 \sigma_{ck}^{2/3} \end{cases} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 σ_{ck} : コンクリート圧縮強度 (kgf/cm²)

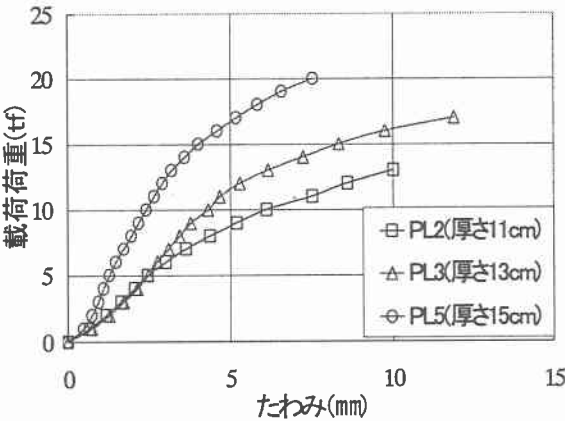


図-1 荷重とたわみの関係

また、PC床版の場合、中立軸位置は荷重の変化に伴って変化する。そこで、Timoshenkoの平板曲げ理論³⁾により、曲げモーメント $M(x)$ が作用した場合の載荷荷重 P を算出し、その荷重-中立軸曲線と算定式耐力を示す曲線の交点を静的強度としている。図-3に「実験値/計算値」を示すが、いずれの式も極めて危険側の値が算出されている。

5. 軽量PC床版押抜きせん断耐力算定式の提案

5-1 引張強度の修正①

軽量床版における強度低下は、引張強度が小さいことが主な原因と考えられる。そこで、コンクリートの引張強度項 $\sigma_{t,max}$ に、実際に割裂引張試験で求めた軽量コンクリートの引張強度を代入した。図-4に修正後の「実験値/計算値」を示す。

いずれの式も修正前よりは計算値は実験値に近づいたが、まだ危険側の値を示し、また変動係数も大きくなった。

5-2 引張強度の修正②

軽量コンクリートの引張強度は普通コンクリートの引張強度にくらべ約50%といわれている。その場合、モールの式⁴⁾より最大せん断強度は30%低下することになる。

$$\text{せん断強度 } \tau = (1/2)\sqrt{f'_c \cdot f_t}$$

そこで、引張強度項 $\sigma_{t,max}$ に0.5、せん断強度項 $\tau_{s,max}$ に0.7を乗じた。図-5に修正後の「実験値/計算値」を示す。これにより山口大学提案式は安全側を示し、また変動係数も7.9%となった。

6. 結論

- (1) コンクリートの引張強度は床版の押抜きせん断強度に与える影響は大きいので、軽量コンクリートを用いる場合には、引張強度を正確に知る必要がある。
- (2) 山口大学提案式において引張強度の影響②に関する修正を行うことにより計算値は安全側を示し、ばらつきも小さくなる。

【参考文献】

- 1) 奥村征史, 浜田純夫, 松尾栄治: PC床版の押抜きせん断耐力評価式に関する一考察, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21
- 2) 東山浩士, 松井繁之他: PC床版の押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, pp.13~16, 1997-10
- 3) S.P.Timoshenko and Woinosky-Krieger: Theory of Plates and Shell, 2nd ed, (1995), pp.79-103
- 4) 西村昭, 藤井学, 湊俊: 最新土木材料, pp.121-122, 森北出版, 1988.4

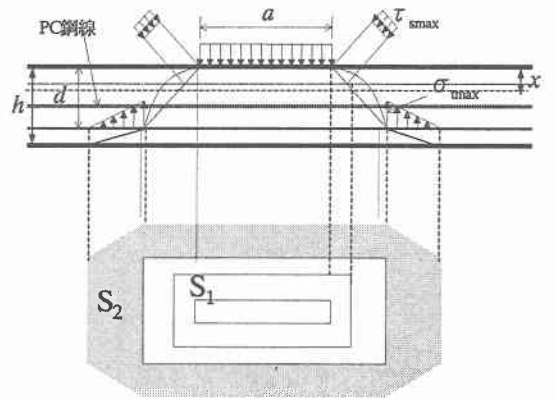


図-2 山口大学提案式における力学モデル

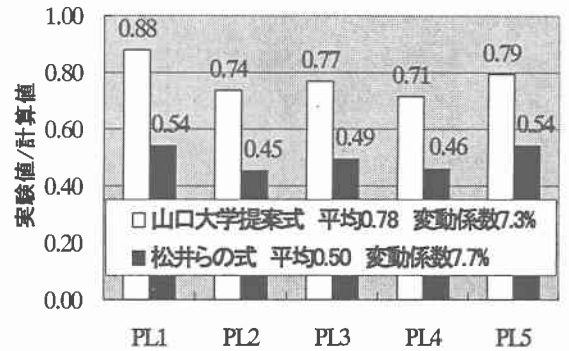


図-3 修正前

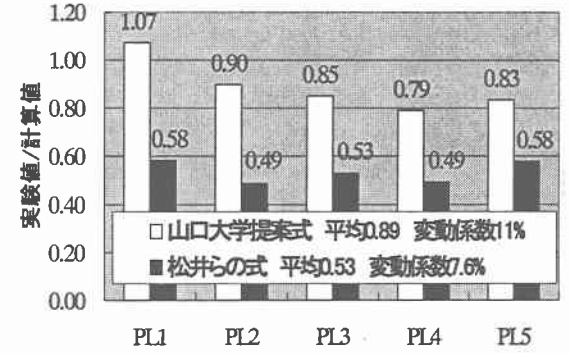


図-4 修正①

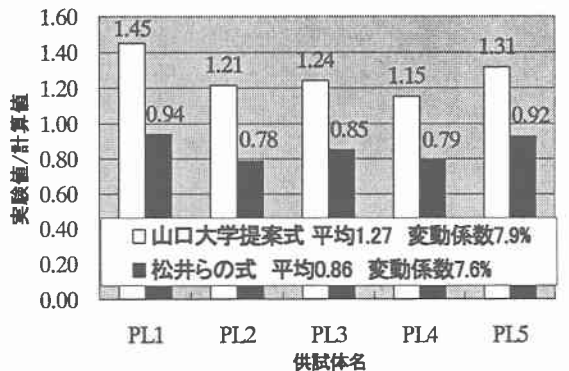


図-5 修正②