

軽量 PC 床版の押抜きせん断耐力に関する研究

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

1. はじめに

近年、建設コストの縮減という観点から、橋梁建設においては少数主桁構造が採用される傾向にあり、床版の軽量化が課題となっている。床版の軽量化は、構造的なものと材料的なものに大別されるが、材料的な手法としては、高強度コンクリートの使用や軽量コンクリートを使用する方法がある。本研究では軽量コンクリートを使用して床版の軽量化を図り、その押抜きせん断耐力の評価を行った。軽量コンクリートはヤング係数や引張強度が普通コンクリートより大きく低下することが問題であり、PC 床版構造とすることにより、その弱点を補うことが期待できる。さらに、既往の PC 床版に対する押抜きせん断耐力算定式を用いて、本研究で得られた実験結果との適合性を検討し、軽量 PC 床版に対しても適用できるように提案式の修正を行った。

2. 実験方法

本研究で用いた人工軽量粗骨材(ASL)は、 G_{max} が 15mm、表乾密度 0.85g/cm^3 、吸水率 1.8%である。細骨材は表乾密度 2.58g/cm^3 の海砂を使用した。床版は、床版 1 が ASL と石炭石の 2 種類の粗骨材を混合して作製し、他の床版は粗骨材をすべて ASL で作製した。PC 鋼材は、PC より線 SWPR7BL $\phi 15.2\text{mm}$ を使用した。

コンクリート強度試験結果については、床版 1 は圧縮強度が 562kgf/cm^2 、割裂引張強度が 26.7kgf/cm^2 であった。床版 2～6 は圧縮強度が 465kgf/cm^2 、割裂引張強度が 35.2kgf/cm^2 、ヤング係数は $1.9 \times 10^5\text{kgf/cm}^2$ であった。

床版はプレテンション方式による 1 方向 PC 床版とした。載荷は材齢 28 日以降に行い、図-1 のように四隅の浮上がり防止を設けない四辺単純支持とした。また、載荷位置は供試体中央とした。

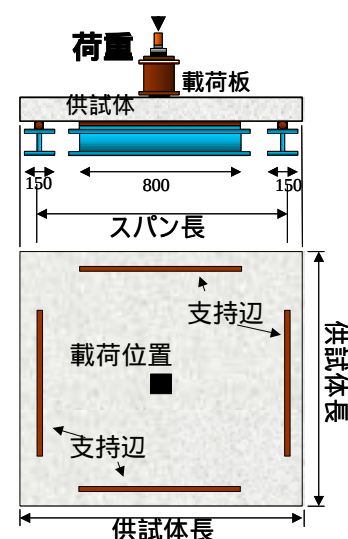


図-1 載荷方法

3. 実験結果

3.1 破壊状況

破壊形態は、すべての供試体において押抜きせん断破壊を示した。また破壊断面の粗骨材部分を観察すると、せん断破壊部分および剥離破壊部分ともに軽量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。

3.2 算定式への適用

筆者らはこれまでに PC 床版に関する松井の提案式¹⁾について修正を加えた算定式を提案した²⁾。算定式の基本的な考え方は図-2 に示す応力モデルのように、コンクリートの最大せん断強度 τ_{smax} および最大引張強度 σ_{tmax} などの内部応力を積分する

表-1 コンクリートの配合

床版 No	G_{max} (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)					
				W	C	S	ASL	石灰石	AE 減水剤
1	15	28	47	158	550	771	222	176	11.0
2～6	15	26	47	150	570	609	323	-	11.0

表-2 床版供試体諸元

床版 No	床版寸法 (cm)	床版厚さ (cm)	有効高さ (cm)	スパン長 (cm)	有効プレストレス (kgf/cm^2)	コンクリート圧縮強度 (kgf/cm^2)	鉄筋断面積 (cm^2)	鉄筋比 (%)
1	150 × 150	12	10	120	37.6	562	7.846	0.523
2	140 × 140	11	8	120	51.3	465	7.133	0.637
3	140 × 140	11	8	120	51.3	465	7.133	0.637
4	140 × 140	13	10	120	44.7	465	7.133	0.510
5	140 × 140	13	10	120	44.7	465	7.133	0.510
6	140 × 140	15	12	120	38.9	465	7.133	0.425

キーワード PC 床版, 軽量コンクリート, 押抜きせん断耐力, 引張強度

連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台 2 丁目 16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL:0836-85-9347

形で表される．

$$P = \tau_{s\max}\{2aX_d + 2(b + 2X_d)X_m / \tan \beta\} + \sigma_{t\max}\{2h/5(a + 2d_m / \tan \beta) + 2h/5(b + 2d_d + 2h/5)\}$$

ここで，

$\tau_{s\max}$ ：コンクリートの最大せん断強度 (kgf/cm²)
 $\sigma_{t\max}$ ：コンクリートの最大引張強度 (kgf/cm²)
 $\tau_{s\max}=0.252 \sigma_{ck} - 0.000246 \sigma_{ck}^2$ (kgf/cm²)
 $\sigma_{t\max}=0.583 \sigma_{ck}^{2/3}$ (kgf/cm²)

ただし，

σ_{ck} 500kgf/cm² の時
 $\sigma_{s\max}=2.214 \sigma_{ck}^{0.553}$ (kgf/cm²)
 σ_{ck} ：コンクリート圧縮強度 (kgf/cm²)

さらに著者らの提案式では荷重の増加に伴う中立軸の移動も考慮している．ここでは，本提案式による計算値と実験値を比較してその適合性を検討した．その結果を表-3に示す．軽量 PC 床版のせん断強度は普通 PC 床版の算定式をそのまま使用すると約 40%の強度低下になる．強度低下の原因は，軽量コンクリート自身の引張強度が低いことに起因している．軽量コンクリートの引張強度が普通コンクリートの引張強度に対して約 50%低下することから，算定式中の最大引張強度の項 $\sigma_{t\max}$ に 0.5 を係数として乗じた．また，下に示すせん断強度に関するモールの式³⁾より引張強度が 50%低減すればせん断強度は 30%低減することになる．

モールの式：せん断強度 $\tau_B = \sqrt{f'_c \cdot f_t} / 2$
(ただし， τ_B ：せん断強度， f'_c ：圧縮強度， f_t ：引張強度)

よって，せん断強度の項 $\tau_{s\max}$ に 0.7 を乗じた．以上の修正より得られた修正式の計算値と試験値の比を表-3 に示す．この結果から，軽量コンクリートの引張強度を考慮することにより算定式の精度が大きく向上する．

4. 結論

- (1) PC 床版においても，コンクリートの引張強度が床版の押抜きせん断耐力に与える影響は大きく，軽量骨材コンクリートを使用する場合には，引張強度を正確に把握する必要がある．
- (2) PC 普通床版の算定式において最大引張強度と最大せん断強度に低減係数を乗じることにより，軽量 PC 床版にも適用可能となる．

【参考文献】

1) 前田幸雄，松井繁之 他：鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐荷力の評価式，土木学会論文集 No.348，pp.133-141，1984.
2) 奥村征史，浜田純夫，松尾栄治，野村貞広：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第 21 巻 3 号，pp.559-564，1999.
3) 西村 昭，藤井 学，湊 俊：最新土木材料第 2 版，森北出版，1994.

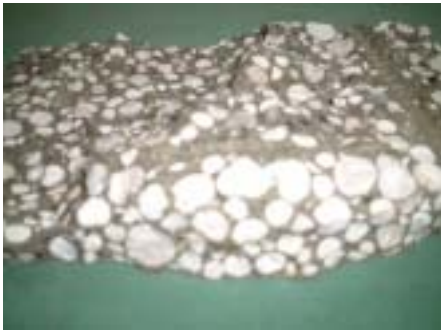


写真-1 軽量骨材の破断状況

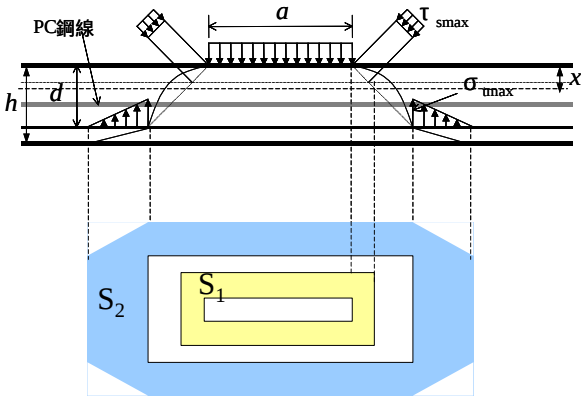


図-2 著者らの提案式の力学モデル

表-3 算定式との比較結果

供試体 No	実験値 (kN)	算定式 (kN)	/	修正式 (kN)	/
1	209.7	311.8	0.67	211.2	0.99
2	156.8	234.1	0.67	157.4	1.00
3	131.3	234.1	0.56	157.4	0.83
4	166.6	299.6	0.56	203.5	0.82
5	154.8	299.6	0.52	203.5	0.76
6	206.8	370.0	0.56	239.4	0.86
平均値			0.59		0.88
変動係数 (%)			10.2		10.0