

## 走行荷重を受ける RC 床版の押し抜きせん断耐力

日本大学 学生員 中野 孝紀 日本大学 正会員 木田 哲量  
日本大学 正会員 阿部 忠 日本大学 学生員 水口 和彦

### 1. はじめに

RC 床版の押し抜きせん断耐力式および破壊機構については多くの研究が報告<sup>1)2)</sup>され、RC 床版の押し抜きせん断耐力式が提案されている。しかし、床版の寸法、鉄筋配置、材料の力学特性、載荷方法などによって異なり、走行荷重を受ける場合の押し抜きせん断耐力は、十分に解明されていないのが現状である。そこで本研究では、RC 床版に対して静荷重実験と走行荷重実験を行い、各実験における押し抜きせん断耐力とコンクリート標準示方書<sup>3)</sup>、角田<sup>1)</sup>、松井<sup>2)</sup>らの押し抜きせん断耐力式の適合性を評価する。

### 2. 供試体寸法および使用材料

**2.1 使用材料** 供試体のコンクリートには、普通ポルトランドセメントを使用し、最大寸法 20mm の粗骨材を使用する。また、鉄筋には SD295A、D10 を使用する。材料の力学特性を表 - 1 に示す。

### 2.2 供試体寸法および鉄筋の配置

(1) **100×10 供試体** 供試体の寸法および鉄筋の配置

表 - 1 材料の力学特性

供試体	コンクリート		鉄筋(SD295A、D10)		
	圧縮強度 N/mm <sup>2</sup>	最大せん断応力度 N/mm	降伏点 N/mm <sup>2</sup>	引張強度 N/mm <sup>2</sup>	ヤング係数 kN/mm <sup>2</sup>
100×10	30.0	5.96	370	511	200
120×13	32.0	5.72	370	511	200

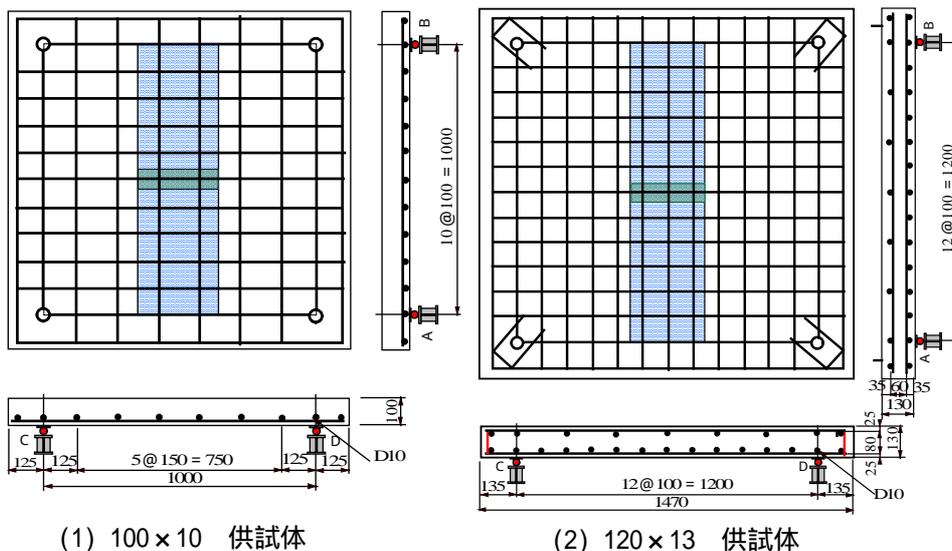


図 - 1 供試体寸法および鉄筋配置

を図 - 1 (1) に示す。供試体全長を 125cm、支間長 100cm、厚さ 10cm とする。鉄筋は D10 を軸直角方向に 10cm 間隔、有効高さを 7.5cm、軸方向筋は D10 を 15cm 間隔、有効高さを 6.5cm の単鉄筋配置とした。

(2) **120×13 供試体** 供試体全長を 147cm、支間 120cm、厚さ 13cm とする。鉄筋は D10 を軸直角方向に 10cm 間隔、有効高さを 10.5cm、軸方向は D10 を 10cm 間隔、有効高さを 9.5cm の複鉄筋配置にした。圧縮鉄筋は軸方向、軸直角方向にそれぞれ引張側の鉄筋量の 1/2 になるよう配置する。

### 3. 実験方法

**3.1 静荷重実験 (S)** 供試体中央に車輪を停止した状態で荷重を載荷する。荷重の大きさは 5.0kN ずつ増加する段階荷重とした。(図 - 2 (a))

**3.2 走行荷重実験 (R)** 供試体の中央に荷重を載荷させ、一往復走行させる。荷重の載荷方法は 1 走行ごとに 5.0kN ずつ増加させる段階荷重とする。(図 - 2 (b))

### 4. 実験結果および考察

**4.1 実験耐力** 実験耐力と理論耐力及び破壊モードを表 - 2 に示す。走行荷重が作用した場合の静荷重に対する耐力比(R/S)は、100×10-R、120×13-R タイプそれぞれで 0.73、0.75 となり、荷重が走行することにより耐力

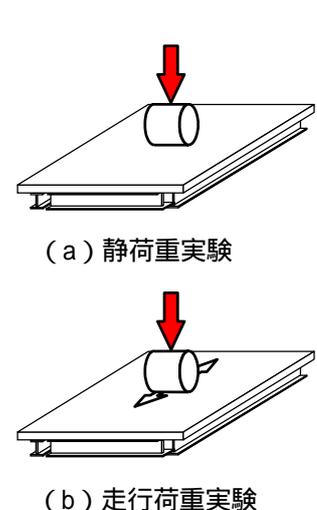


図 - 2 実験方法

キーワード RC 床版 走行荷重 押し抜きせん断耐力式

住所 千葉県 習志野市 泉町 1 - 2 - 1 電話・FAX 047 - 474 - 2459

表 - 2 実験耐力と理論耐力及び破壊モード

供試体	実験最大耐力 (kN)	平均耐力 (kN)	耐力比 R/S	土木学会式	実験値理論値	角田式	実験値理論値	松井式	実験値理論値	破壊モード	
100×10-S1	119.8	124.8	-	119.7	1.00	143.1	0.84	151.6	0.79	押し抜きせん断破壊	
100×10-S2	129.7				1.08		0.91		0.86	押し抜きせん断破壊	
100×10-R1	94.4	92.1	0.73		0.79		48.2	0.66	1.96	1.86	曲げ卓越型押し抜きせん断破壊
100×10-R2	89.8				0.75			0.63		1.86	曲げ卓越型押し抜きせん断破壊
120×13-S1	221.3	223.4	-	191.0	1.16	211.5	1.05	219.6	1.01	押し抜きせん断破壊	
120×13-S2	225.4				1.18		1.07		1.03	押し抜きせん断破壊	
120×13-R1	170.7	168.5	0.75		0.89		76.6	0.81	2.23	2.17	曲げ卓越型押し抜きせん断破壊
120×13-R2	166.2				0.87			0.79		2.17	曲げ卓越型押し抜きせん断破壊

が27%、25%と低下している。

**4.2 押し抜きせん断耐力式** 理論耐力はコンクリート示方書の土木学会式(式(1))<sup>3)</sup>,角田式(式(2))<sup>1)</sup>,松井式(式(3)), (4))<sup>2)</sup>から算出した。

### (1) 土木学会式

$$V_{pcd} = d \cdot p \cdot r \cdot f_{pcd} \cdot U_p \cdot d \quad (1)$$

ここで,  $d$ : 寸法効果の係数,  $p$ : 鉄筋比の影響を表す係数,  $r$ : 載荷板周長の影響を表す係数,  $f_{pcd}$ : コンクリート強度の影響を表す係数,  $U_p$ : 載荷周長,  $d$ : 有効高さ

### (2) 角田式

$$P = 0.674(b_0 + 3d)d \sqrt{\frac{1 + 0.5p_{sy} \sqrt{c_k}}{c_k}} / (1 + d/20) \quad (2)$$

ここで,  $b_0$ : 載荷版周長,  $d$ : 有効高さ,  $c_k$ : コンクリート圧縮強度,  $p$ : 鉄筋比,  $sy$ : 鉄筋の降伏応力度

### (3) 松井式

$$P = s_{max} \{ 2(a + 2X_m)X_d + 2(b + 2X_m) \} + t_{max} \{ 2(4C_d + 2d_d + b) + 2(a + 2d_m)C_d \} \quad (3)$$

$$P_{sx} = 2 \cdot s_{max} \cdot X_m \cdot B + 2 \cdot t_{max} \cdot C_m \cdot B \quad (4)$$

ここで,  $s_{max}$ ,  $t_{max}$ : コンクリートの最大せん断応力度, 最大引張応力度,  $a$ ,  $b$ : 載荷板の主鉄筋方向, 配力鉄筋方向の辺長,  $X_m$ ,  $X_d$ : 主鉄筋および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断面の中立軸深さ,  $d_m$ ,  $d_d$ : 主鉄筋, 配力鉄筋の有効高さ,  $C_m$ ,  $C_d$ : 主鉄筋および配力鉄筋からのかぶり厚さ,  $B$ : 貫通ひび割れ間隔

**4.3 実験値と理論耐力の比較** 理論式による押し抜きせん断耐力を表 - 2 に示す。理論耐力はそれぞれの押し抜きせん断耐力式への影響因子により同じ耐力式としているが, 異なる結果となった。

**(1) 土木学会式の場合** 実験耐力と式(1)の理論耐力との比(実験値/理論値)は100×10-S1, S2でそれぞれ1.00, 1.08となり理論値との適合性が良い。また, 走行荷重の場合は100×10-R1, R2の場合で, それぞれ0.79, 0.75となり実験値が21%, 25%下回った。次に120×13-S1, S2の場合1.16, 1.18となり安全側を示した。また, 走行荷重の場合は0.89, 0.87と危険側を示した。

**(2) 角田式の場合** 100×10-S1, S2の理論耐力は143.1kNであり, 実験耐力は理論耐力を下回った。その比は0.84, 0.91である。また, 走行荷重の場合は100×10-R1, R2ともに0.66, 0.63と差異が生じた。次に, 120×13-S1, S2は1.05, 1.07と近似するが, 走行荷重の場合は120×13-R1, R2ではそれぞれ0.81, 0.79と理論値を下回り, 危険側となった。

**(3) 松井式の場合** 理論耐力が静荷重の場合は100×10-S1, S2で0.79, 0.86と実験耐力を下回った。これは, 式(3)におけるダウエル効果を検討する必要がある。また, 120×13-S1, S2で1.01, 1.03となり複鉄筋の場合は適合性が良い。次に, 走行荷重の場合は100×10-R1, R2で1.96, 1.86となり, 120×13-R1, R2では2.23, 2.17と大きく安全側となった。また, 今回走行荷重による貫通ひび割れ間隔を  $B = b + 2d_d$  で算出したが, 実験耐力と理論耐力が適合していないため, この  $B$  は再度検討が必要と思われる。

## 5. まとめ

土木学会の理論式は, 実験耐力と比較すると単鉄筋の場合は近似し, 複鉄筋の場合はかなり安全側となった。

角田式, 松井式の理論耐力は複鉄筋の場合の実験耐力との適合性は良いが, 単鉄筋の場合は危険側となった。

走行荷重が載荷した場合の理論耐力は土木学会式, 角田式ともに実験耐力に比して危険側となった。走行荷重載荷の場合には, ひび割れ間隔を考慮する必要があると考えられる。松井式の理論耐力は安全側となったが, 再検討が必要である。

## 参考文献

- 1)角田与史雄, 井藤昭夫, 藤田嘉夫: 鉄筋コンクリートスラブの押し抜きせん断耐力に関する実験的研究, 土木学会論文報告集第229号, 1974. 9
- 2)松井繁之: 移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について, コンクリート工学年次論文報告集, 9-2, 1987
- 3)土木学会: コンクリート標準示方書, 土木学会, (2002)