

PC 床版の押抜きせん断耐荷力算定式に関する検討

Modification of Predicting Formula of Punching Shear Capacity for Prestressed Concrete Slabs

東山浩士*, 松井繁之**, 水越睦視***

Hiroshi HIGASHIYAMA, Shigeyuki MATSUI, Mutsumi MIZUKOSHI

* 博 (工), 近畿大学助手, 理工学部土木工学科 (〒577-8502 東大阪市小若江 3-4-1)

** 工博, 大阪大学大学院教授, 工学研究科土木工学専攻 (〒565-0871 吹田市山田丘 2-1)

*** 工修, 住友大阪セメント株式会社 (〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 7-1-55)

Authors derived a predicting formula of punching shear capacities for prestressed concrete slabs with considering the influence factors of the prestress in the past researches. These factors were angle of diagonal cracking plane and splitting failure by the dowel action of PC tendons. By the statistical comparison, the propriety of the formula to three equations proposed by the other researchers was confirmed. However, shear strength of concrete in the prestressed concrete slabs was not properly introduced into the formula. The focuses of this paper are to modify the predicting formula concerning the shear strength of concrete in the prestressed concrete slabs and to make clear the application limit of its formula on some physical factors of slabs.

Key Words: prestressed concrete slab, punching shear capacity, application limit

1. はじめに

プレストレストコンクリート床版 (以下, PC 床版と呼ぶ) は道路橋床版の高耐久性, 工期短縮を目的に適用される場合や損傷を受けた既設橋の鉄筋コンクリート床版 (以下, RC 床版と呼ぶ) の打換え工法として採用される場合等において, その施工実績を伸ばしている。しかし, 道路橋 PC 床版の耐久性, 耐荷性の評価は国内外ともに十分であるとは言えず, 不明な点も多いため未だ研究段階にある。

著者らはこれまでに RC 床版の押抜きせん断耐荷力算定式¹⁾をもとにして, プレストレスによる押抜きせん断破壊面の角度変化, PC 鋼材部のダウエル力によるはくり破壊, プレストレスによるコンクリートのせん断強度の増大といったいくつかの検討結果を考慮した PC 床版の押抜きせん断耐荷力算定式^{2)~4)}を提案してきた。さらに, 既往の少ない実験結果に対してではあるが, Hawkins 式⁵⁾, Scordelis らの式⁶⁾, および石橋らの式⁷⁾と比較を行い, その妥当性を示した。しかし, 提案式には未だ再検討すべき点が残されており, 算定式をより合理的なものとするために修正を加えることにした。

これまでに提案した算定式では, 床版断面の圧縮域におけるせん断破壊抵抗に関して, 導入したプレストレス分がコンクリートのせん断ひび割れ発生応力度を向上させるとし, その向上率を 2 面せん断試験結果から得られたコンクリートのせん断強度に

掛けた見かけのせん断強度を用いて表現していた⁴⁾。このような見かけのせん断強度を用いることは破壊モデルとして合理的ではないと考え, プレストレスを導入したコンクリートのせん断強度を用いて PC 床版の押抜きせん断耐荷力を評価するのがよいとの観点から, 本研究では, まず, プレストレスとコンクリートのせん断強度の関係を調べ, これまでに提案した算定式と新たに提案する算定式の精度を文献 2) で収集した実験結果と追加収集した実験結果を用いて検証し, さらに, 押抜きせん断耐荷力に与える各種影響因子との関係を調べることで算定式の妥当性を再検討した。

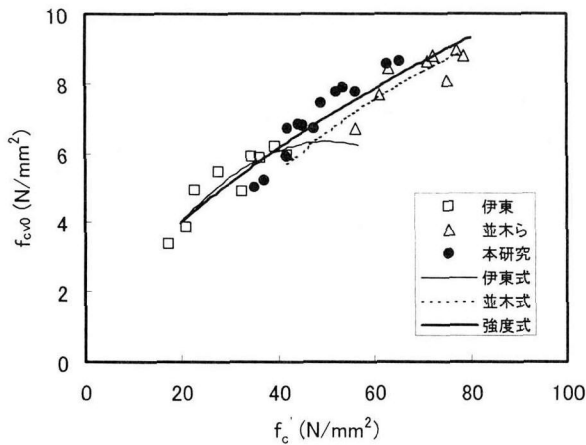
2. コンクリートのせん断強度

2.1 通常のコンクリートのせん断強度

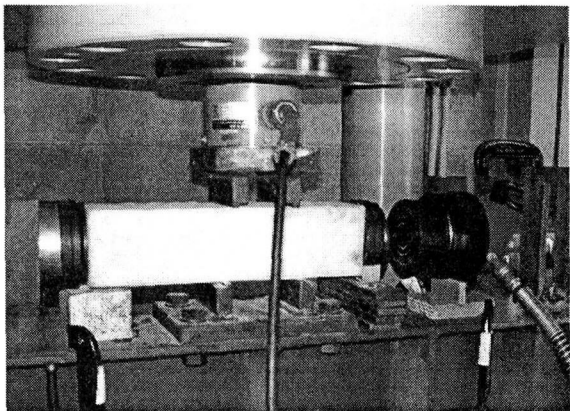
これまでに行われたコンクリートの二面せん断試験⁸⁾⁹⁾は圧縮強度が普通強度 (20~40N/mm²) および高強度 (60~80N/mm²) におけるものであり, 両実験結果を見てみると, 圧縮強度が 50N/mm² 前後での実験結果が不足していることから, 本研究でその領域における供試体 10×10×40cm の二面せん断試験を追加した。圧縮強度とせん断強度は図-1 に示すような関係を有していることが分かる。すべての実験結果を考慮したせん断強度式は式(1)のように表される。また, 文献 8) および 9) で提案されているせん断強度式との関係は図-1 に示すようであり, そ

表－1 RC 床版に関する算定結果の比較

床版	f_c (N/mm ²)	実験値 (kN)	伊東式による 算定値① (kN)	実験値/算定値①	本提案式による 算定値② (kN)	実験値/算定値②
IS	46.9	105	102	1.029	108	0.972
OS	46.9	100	90	1.111	95	1.053
OR	46.9	101	100	1.010	104	0.971
S68	47.6	647	589	1.098	620	1.044
S70	45.6	696	675	1.031	700	0.994
S71	47.0	588	557	1.056	579	1.016
S72	52.0	588	556	1.058	595	0.988
S75	49.5	306	313	0.978	327	0.936
S76	48.2	334	322	1.037	336	0.994
Ave.				1.045		0.996
S.D.				0.095		0.051



図－1 コンクリートのせん断強度



図－2 二面せん断試験状況

れぞれ式(2)および(3)のように表される。

提案式

$$f_{cv0} = 0.656 f_c^{0.606} \tag{1}$$

ここに、 f_{cv0} : コンクリートのせん断強度(N/mm²)
 f_c : コンクリートの圧縮強度(N/mm²)

伊東式

$$f_{cv0} = 0.252 f_c' - 0.000246 f_c'^2 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \tag{2}$$

並木式

$$f_{cv0} = -264 + 53.1 \text{Ln}(f_c') \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \tag{3}$$

式(1)と伊東式および並木式との関係を見てみると、圧縮強度

が45N/mm²以下では伊東式と式(1)はほぼ同じせん断強度を推定するが、約 50N/mm²を越えると伊東式は頭打ちとなる。これは実験を行った圧縮強度領域 20～40N/mm²に対して提案していることによる。また、高強度領域では式(1)が並木らの式より上側にきているのは著者らの新しい結果が高目のせん断強度となったためである。実験結果から近似した式(1)は20～80N/mm²の圧縮強度の全領域に対してコンクリートのせん断強度を推定する式として提案することができたと考えられる。

ここで、圧縮強度 50N/mm²付近における実験結果と式(1)の妥当性を確認するために、文献 1)で評価されている RC 床版の押抜きせん断耐力のうち、圧縮強度が 45N/mm²以上の9体について伊東式を用いて算出した押抜きせん断耐力と本提案式(1)を用いて算出した場合の比較を行った。その算定結果を表－1に示す。実験値の伊東式による算定値に対する比は平均値 1.045、標準偏差 0.095、式(1)を用いた場合が平均値 0.996、標準偏差 0.051であり、式(1)を用いることにより圧縮強度 45N/mm²以上における RC 床版の押抜きせん断耐力の算定精度が向上しているのが分かる。

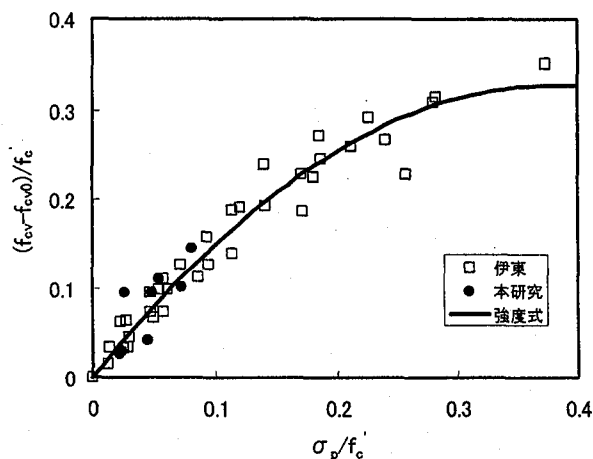


図-3 プレストレスとコンクリートのせん断強度

2.2 プレストレスしたコンクリートのせん断強度

次に、プレストレスを導入したコンクリートの二面せん断強度について、伊東⁸⁾の実験結果と本研究(図-2)で軸力を一定に制御して行った供試体 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の実験結果を図-3に示す。図-3の縦軸はプレストレスの導入によるせん断強度の増加分を圧縮強度で無次元化し、横軸はプレストレスと圧縮強度の比をとって無次元化している。本研究で行った実験の結果は伊東の実験結果とほぼ同様な傾向を有しており、すべての実験結果を考慮したせん断強度式は式(4)のように表される。

$$\frac{f_{cv} - f_{cv0}}{f_c} = -2.247 \left(\frac{\sigma_p}{f_c} \right)^2 + 1.719 \left(\frac{\sigma_p}{f_c} \right) \quad (4)$$

ここに、 f_{cv} : プレストレスしたコンクリートのせん断強度 (N/mm^2)

σ_p : プレストレス (N/mm^2)

実験値と式(4)から得られるせん断強度 f_{cv} との比は平均値 1.032, 標準偏差 0.074 となる。また、式(1)および式(4)から得られるせん断強度 f_{cv} との比は平均値 1.022, 標準偏差 0.078 となり、コンクリートの圧縮強度から式(4)および式(1)を用いてコンクリートのせん断強度を求めても良いことが分かった。

3. 押抜きせん断耐力算定式

PC床版の押抜きせん断破壊モデルを図-4に示す。このモデルをもとに、文献4)で提案したPC床版の押抜きせん断耐力算定式は次式のように表される。

$$V_{cp} = f_{cv0} \{ 2\beta_d (a + 2\alpha_m x_m) x_d + 2\beta_m (b + 2\alpha_d x_d) x_m \} + f_t \{ 2(a + 2\alpha_m d_m) C_d + 2(b + 2\alpha_d d_d + 4C_d) C_m \} + f_t (n_{pm} \cdot 2C_{pm} \cdot 2C_{pm} + n_{pd} \cdot 2C_{pd} \cdot 2C_{pd}) \quad (5)$$

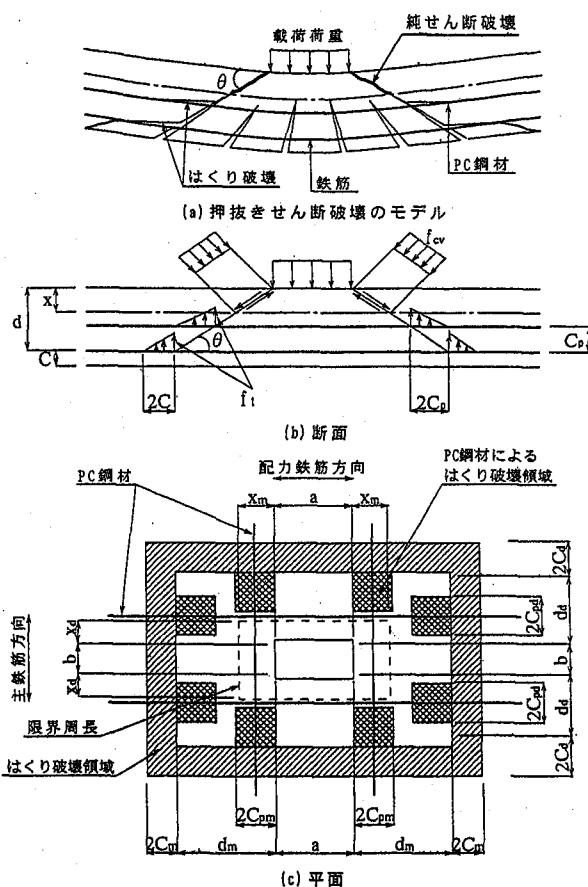


図-4 押抜きせん断破壊モデル

ここに、 f_t : コンクリートの引張強度 (N/mm^2)

a, b : 載荷板の主鉄筋, 配力鉄筋方向の辺長 (mm)

x_m, x_d : 主鉄筋, 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時の中立軸深さ (mm)

d_m, d_d : 引張側主鉄筋, 配力鉄筋の有効高さ (mm)

C_m, C_d : 引張側主鉄筋, 配力鉄筋のかぶり深さ (mm)

n_{pm}, n_{pd} : せん断破壊領域内にある主鉄筋, 配力鉄筋方向のPC鋼材本数

C_{pm}, C_{pd} : せん断破壊領域内にある主鉄筋, 配力鉄筋方向のPC鋼材から引張側主鉄筋, 配力鉄筋までの距離 (mm)

式(5)の第1項目は床版断面の圧縮域におけるコンクリートのせん断破壊抵抗, 第2項目は引張側鉄筋部におけるダウエル力によるかぶりコンクリートのはくり破壊抵抗, 第3項目はPC鋼材部におけるダウエル力によるはくり破壊抵抗を表している。内ケーブル方式によるプレストレッシングでは第3項目を考慮する必要があり, 外ケーブル方式やジャッキアップダウンによるプレストレッシングではこれを省略する。

表-2 PC床版構造諸元

床版	支間長 (cm)	床版厚 (cm)	引張側鉄筋間隔(cm)		PC鋼材間隔(cm)		$\sigma_p(N/mm^2)$		載荷板(cm) a×b	f_c (N/mm^2)
			主鉄筋	配力鉄筋	主鉄筋方向	配力鉄筋方向	主鉄筋方向	配力鉄筋方向		
1	80×140	6	D6@4.5	D6@6.4	—	—	0	1.5	10×4	35
2	80×140	6	D6@4.5	D6@6.4	—	—	0	1.5	13×10	35
3	80×140	6	D6@4.5	D6@6.4	—	—	0	1.5	13×10	35
4	80×140	6	D6@4.5	D6@6.4	—	—	0	3.0	30×12	35
5	180×300	18	D16@10	D16@12.5	—	SWPR19@40	0	3.4	50×20	59
6	255	18	D13@14	D13@20	SWPR7@14	SWPR19@34	6.9*	4.0	8.86×8.86**	56
7	150×150	20	D13@10	D13@10	SWPR7@10	SWPR7@10	1.0	1.0	8.86×8.86**	45
8	150×150	20	D13@10	D13@10	SWPR7@10	SWPR7@10	2.0	2.0	8.86×8.86**	44
9	150×150	20	D13@10	D13@10	SWPR7@10	SWPR7@10	4.0	4.0	8.86×8.86**	43
10	150×150	20	D19@10	D19@10	SWPR7@10	SWPR7@10	1.0	1.0	8.86×8.86**	47
11	150×150	20	D19@10	D19@10	SWPR7@10	SWPR7@10	2.0	2.0	8.86×8.86**	45
12	150×150	20	D19@10	D19@10	SWPR7@10	SWPR7@10	4.0	4.0	8.86×8.86**	49
13	100×100	15	D10@10	D10@10	SWPR7@10	SWPR7@10	1.0	1.0	8.86×8.86**	50
14	100×100	15	D10@10	D10@10	SWPR7@10	SWPR7@10	2.0	2.0	8.86×8.86**	52
15	100×100	15	D10@10	D10@10	SWPR7@10	SWPR7@10	4.0	4.0	8.86×8.86**	53
16	400×300	20	D16@125	D16@175	SWPR19(7本)	—	2.0	0	50×20	58
17	400×300	20	D16@125	D16@175	SWPR19(7本)	—	5.0	0	50×20	58
18	400×300	20	D16@250	D16@175	SWPR19(7本)	—	5.0	0	50×20	49
19	400×300	20	D16@125	D16@175	SWPR19(7本)	—	5.0	0	50×20	46
20	400×300	20	D16@250	D16@175	SWPR19(7本)	—	5.0	0	50×20	46
21	400×300	20	D16@125	D16@175	12φ7(5本)	—	5.0	0	50×20	47
22	400×300	20	D16@250	D16@175	12φ7(5本)	—	5.0	0	50×20	47

コンクリートの引張強度は次式¹⁰⁾により求まる。

$$f_t = 0.267 f_c^{0.667} \quad (6)$$

式(5)では、プレストレスの影響を考慮するために次式で表される2つの係数を取り入れている。

$$\alpha_m = 1/\tan \theta_m, \quad \alpha_d = 1/\tan \theta_d \quad (7)$$

$$\theta_m = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{f_t^2 + f_t \sigma_{pm}}}{f_t} \right) \quad (8a)$$

$$\theta_d = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{f_t^2 + f_t \sigma_{pd}}}{f_t} \right) \quad (8b)$$

$$\beta_m = \frac{\sqrt{f_t^2 + f_t \sigma_{pm}}}{f_t}, \quad \beta_d = \frac{\sqrt{f_t^2 + f_t \sigma_{pd}}}{f_t} \quad (9)$$

ここに、 σ_{pm} σ_{pd} : 主鉄筋、配力鉄筋方向のプレストレス (N/mm^2)

α_m および α_d はプレストレスによる押抜きせん断破壊面の角度変化による破壊領域の広がりを表わす係数である。 β_m および β_d はコンクリートのせん断強度 f_{c0} に対するプレストレスを考慮した見かけのせん断強度の向上率を表わす係数である。その他の詳細な誘導過程については文献³⁾, ⁴⁾を参照していただきたい。

この β_m および β_d に対して、本研究では式(4)および式(1)より求まるプレストレスしたコンクリートのせん断強度を直接用いることができるより合理的な算定式に修正できる。すなわち、式(5)の $\beta_m f_{c0}$, $\beta_d f_{c0}$ を f_{cm} , f_{cd} として書き直した押抜きせん断耐荷力算定式として次式を提案する。

$$V_{cp} = 2f_{cva}(a + 2\alpha_m x_m)x_d + 2f_{cvm}(b + 2\alpha_d x_d)x_m + f_t \{ 2(a + 2\alpha_m d_m)C_d + 2(b + 2\alpha_d d_d + 4C_d)C_m \} + f_t(n_{pm} \cdot 2C_{pm} \cdot 2C_{pm} + n_{pd} \cdot 2C_{pd} \cdot 2C_{pd}) \quad (10)$$

ここに、 f_{cm} , f_{cd} : 低減したプレストレスを用いて式(4)より求まる主鉄筋、配力鉄筋方向のコンクリートのせん断強度(N/mm^2)

この式(10)において注意すべきことは、式(4)より得られるせん断強度は二面せん断試験結果であり、PC床版の押抜きせん断破壊面は式(8)で求められるような角度で破壊すると考えられるので、破壊面に垂直に作用するプレストレスを考えるべきである。

表-3 PC床版に関する算定結果の比較

床版	実験値 (kN)	式(5) (kN)	実験値/式(5)	式(10) (kN)	実験値/式(10)
1	88	82	1.073	83	1.060
2	85	87	0.977	88	0.989
3	108	118	0.915	120	0.908
4	117	126	0.929	128	0.900
5	995	968	1.028	987	1.008
6	1373	1476	0.930	1528	0.899
7	579	513	1.129	522	1.109
8	588	578	1.017	593	0.992
9	637	701	0.909	725	0.879
10	637	700	0.910	713	0.893
11	623	782	0.797	805	0.774
12	637	990	0.643	1029	0.619
13	370	338	1.095	343	1.079
14	446	414	1.077	424	1.052
15	444	495	0.897	511	0.869
16	726	1141	0.636*	1148	0.632*
17	755	1259	0.600*	1277	0.591*
18	657	1102	0.596*	1115	0.589*
19	667	1136	0.587*	1151	0.579*
20	677	1066	0.635*	1077	0.629*
21	686	1149	0.597*	1164	0.589*
22	706	1079	0.654*	1091	0.647*

そのため、式(4)からせん断強度を求める場合には、プレストレス σ_p には実際に導入されるプレストレスに対して破壊面の角度を考慮して主鉄筋方向には $\sin \theta_m$ 、配力鉄筋方向には $\sin \theta_d$ を掛け、低減したプレストレスとして用いることとする。

表-2に示す文献2)および文献12)で収集したPC床版の押抜きせん断耐力に関する実験結果から式(5)と式(10)の精度を比較した。それぞれの算定結果を表-3に示す。ただし、表-2の記号*はプレストレス分布が台形分布であったことから平均したプレストレスに換算している。また、記号**は載荷板が円形であったため等価な正方形板に換算している。押抜きせん断耐力算定においてコンクリートの弾性係数が明らかでなかった床版についてはコンクリート標準示方書・設計編¹¹⁾の値を用いた。

全データについて式(5)と式(10)の結果を比較すると、算定値に対する実験値の比の平均値、標準偏差は式(5)では0.847、0.188、式(10)では0.831、0.184であり、式(5)に比べ、式(10)は耐力をわずかに大きく算定してしまうが、プレストレス導入により増大したコンクリートのせん断強度を取り入れたことにより、これまでより合理的な算定式を提案できたと考える。表-3中の*を付した床版は曲げ破壊先行型の破壊形式であるため、算定精度が劣ったものと言え、次章では押抜きせん断耐力に影響を与える各種因子との関係を調べ、提案式の適用限界と精度を検討することにした。

4. 各種影響因子との関係

ここでは、押抜きせん断耐力に与える各種影響因子としてプレストレス量、引張側鉄筋比、PC鋼材比、コンクリートの圧縮強度、 l/d (l : 主鉄筋方向の支間長、 d : 主鉄筋断面の有効高さ)を挙げ、それぞれの影響因子について、式(10)により算定した押抜きせん断耐力を用いた耐力比(実験値/算定値)との関係(図-5~12)を調べ、式(10)の適用限界を設定することにした。それぞれの図中には、算定精度が比較的悪かったデータを△で示し、これらを中心に考察を進めることにする。

図-5および図-6は耐力比と主鉄筋方向プレストレスおよび配力鉄筋方向プレストレスとの関係を示している。全体的に、導入プレストレスが大きくなるに従い、算定式は耐力を危険側に評価していく傾向にあることが伺えるものの、△のデータを除き、耐力比は概ねよい結果を示している。この傾向は主鉄筋方向、配力鉄筋方向ともに同じである。ただし、プレストレスの増加につれて、実験では押抜きせん断耐力に与えるプレストレスの効果が鈍くなる⁷⁾ということが既往の研究で示されており、本提案式ではその傾向を表現できていない可能性も考えられるため、導入プレストレスについて限界値を設定しておく必要があると言える。

図-7および図-8は耐力比と引張側主鉄筋比および引張側配力鉄筋比の関係を示している。鉄筋比が1.5%を越える床版では、算定式は耐力を危険側に評価しているデータが見られ、

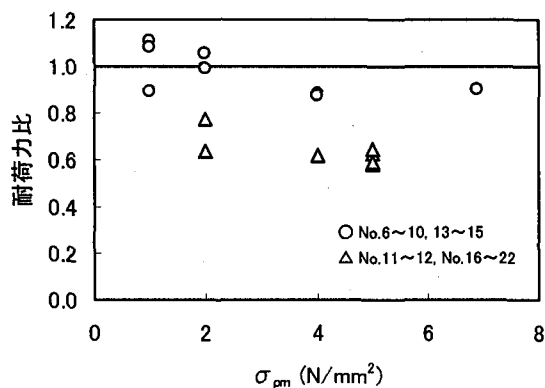


図-5 耐力比と主鉄筋方向プレストレスの関係

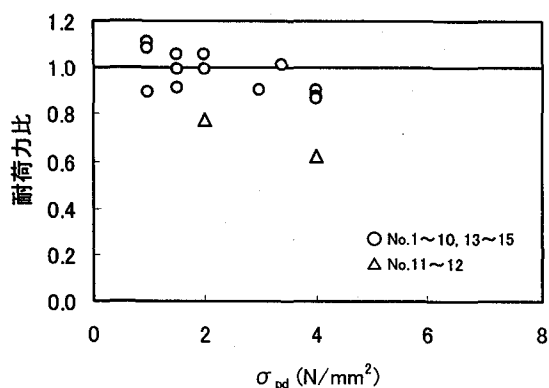


図-6 耐力比と配力鉄筋方向プレストレスの関係

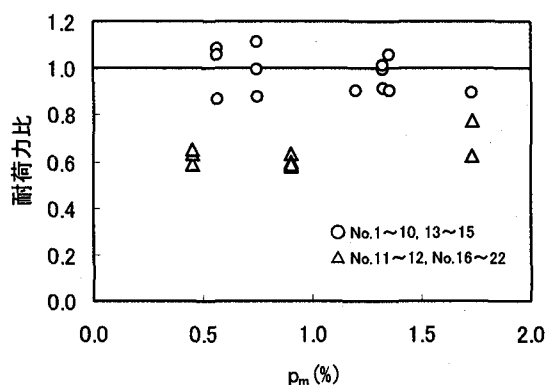


図-7 耐力比と主鉄筋比の関係

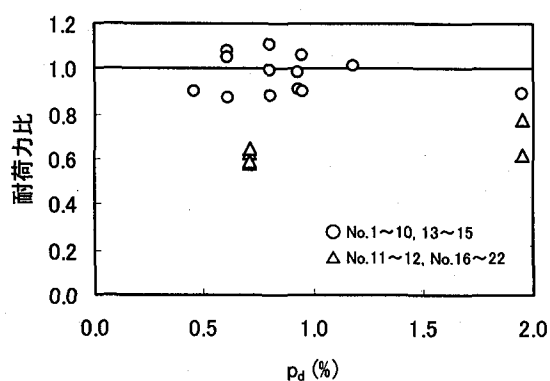


図-8 耐力比と配力鉄筋比の関係

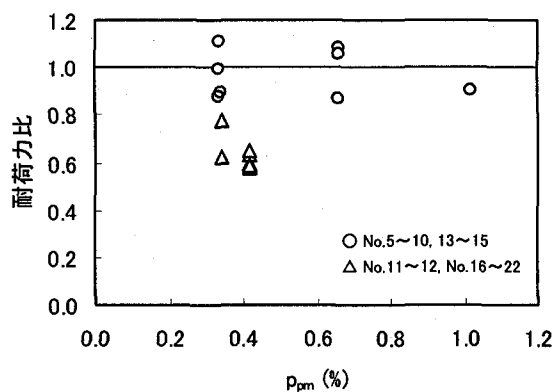


図-9 耐力比と主鉄筋方向PC鋼材比の関係

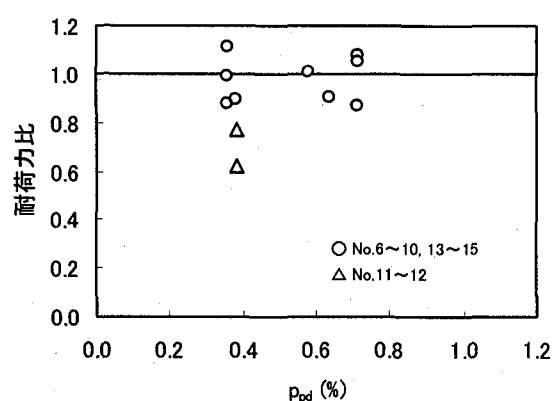


図-10 耐力比と配力鉄筋方向PC鋼材比の関係

導入プレストレスの増加に伴ってその傾向が顕著になる。主鉄筋、配力鉄筋ともに同じ傾向である。また、0.5~1.0%においても危険側に評価しているデータがあるが、これらについては別の因子が影響しているものと考えられる。これらのことから、鉄筋比についても制限を設ける必要があると言え、上限値を主鉄筋比、配力鉄筋比ともに1.5%とする。

図-9および図-10は耐力比と主鉄方向PC鋼材比および配力鉄筋方向PC鋼材比の関係を示している。これらの図からは、耐力比との間でPC鋼材比の大小に主だった関係は見られない。PC鋼材比は鉄筋比に比べて小さく、また、算定式において押抜きせん断破壊領域内にあるPC鋼材本数は少ないため、PC鋼材比の影響はほとんどないものと考えられる。

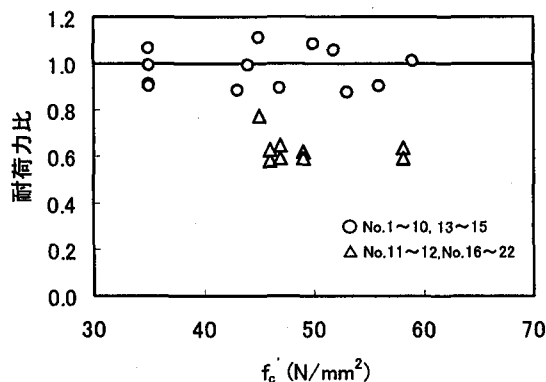


図-11 耐荷力比と圧縮強度の関係

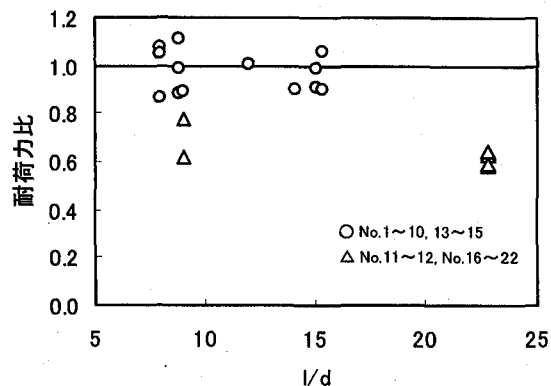


図-12 耐荷力比と l/d の関係

図-11は耐荷力比とコンクリートの圧縮強度との関係を示している。この図からは圧縮強度に対する顕著な傾向は特に見られず、耐荷力比との間で圧縮強度の大小に主だった関係は見られないため、本研究で提案したコンクリートのせん断強度推定式の範囲(20~80N/mm²)であれば問題はないであろう。

図-12は耐荷力比と l/d の関係を示している。 l/d が大きくなると算定式は耐荷力を危険側に評価してしまう。 l/d がある値を超えると破壊形式が曲げ破壊先行となり、耐荷力を失うためのようである。このように破壊形式がせん断破壊から曲げ破壊へ移行するときの構造条件を明らかにすることも重要な課題であるが、本研究では未だ明らかとするに至っていないため、 l/d についての制限は16までとする。

以上の結果を鑑み、式(10)の適用限界を設定すると次のようである。導入プレストレスは主鉄筋方向、配力鉄筋方向ともに7N/mm²まで、引張側主鉄筋比、引張側配力鉄筋比は1.5%まで、 l/d は16までとする。表-2の床版に対して、設定した適用限界内にある結果のみを取り出し、再度、式(10)の算定精度を検討してみると、算定値に対する実験値の比は平均値0.979、標準偏差0.081となり、限られた範囲における結果では算定精度が非常に向上し、算定式の妥当性を示すことができたと言える。

5. まとめ

コンクリートの圧縮強度のほぼ全領域において、せん断強度を推定する式、ならびに、プレストレスを導入した場合のせん断強度を推定する式を提案するとともに、それらの推定式を用いてPC床版の押抜きせん断耐荷力算定式を再度見直し、その精度を示すとともに、算定した結果から押抜きせん断耐荷力に与える各種影響因子について調べた。本論文で得られた結果をまとめると以下のようなものである。

- (1) 伊東、並木らおよび本研究の実験結果をもとにPC床版に使用されるコンクリートの圧縮強度の全領域に対してせん断強度推定式を提案し、さらに、プレストレスの導入により増大するコンクリートのせん断強度について伊東および

本研究の実験結果をもとにプレストレスとせん断強度の関係を示し、せん断強度推定式を提案した。

- (2) 本研究で提案したコンクリートのせん断強度推定式(1)をRC床版の押抜きせん断耐荷力算定式である松井式に用いることで、コンクリートの圧縮強度が50N/mm²付近のRC床版に対してもこれまでより精度よく耐荷力を評価することができることを確認した。
- (3) PC床版の押抜きせん断耐荷力推定のために、プレストレスしたコンクリートの二面せん断試験結果を適用できるようにこれまでに提案した式(5)を修正し、式(10)を新たに提案した。そして、実験結果に対するそれらの精度を比較し、両式の平均値、標準偏差から式(10)の方が耐荷力をわずかに大きく算定してしまう結果となったが、これまで提案してきたPC床版の押抜きせん断耐荷力算定式より合理的な式を提案することができたと考えられる。
- (4) 収集した数少ない実験結果から、提案したPC床版の押抜きせん断耐荷力算定式の適用限界を次のように示した。導入プレストレスは主鉄筋方向、配力鉄筋方向ともに7N/mm²までとする。主鉄筋比、配力鉄筋比はともに1.5%までとする。 l/d (主鉄筋方向の支間長/主鉄筋断面の有効高さ)は16までとする。また、コンクリートの圧縮強度、PC鋼材比については従来からのPC床版に使用される範囲では特に適用限界を設けなくともよいと判断される。

あとがき

PC床版の押抜きせん断耐荷力について系統だった評価を行うには未だ実験データが数少なく、また、RC床版に比べ、各種影響因子も多いことから限られた範囲での検討しか行うことができていない。今後、さらに実験データを収集し、算定式の信頼性を高めていく必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 前田幸雄、松井繁之：鉄筋コンクリート床版の押抜きせん

- 断耐荷力の評価式, 土木学会論文報告集, No.348/V-1, pp.133-141, 1984.
- 2) 東山浩士, 松井繁之: プレストレスしたコンクリート床版の押抜きせん断耐荷力, 構造工学論文集, Vol.44A, pp.1357-1364, 1998.
 - 3) 東山浩士, 松井繁之: 橋軸方向プレストレスしたコンクリート床版の走行荷重に対する疲労耐久性に関する研究, 土木学会論文集, No.605/I-45, pp.79-90, 1998.
 - 4) 東山浩士: 外ケーブルを用いたプレストレスト合成桁橋コンクリート床版の力学性状向上に関する研究, 大阪大学学位論文, 1999.
 - 5) ACI Committee 316: Building Code Requirements for Reinforced Concrete 318-77, ACI, 1977.
 - 6) Scordelis, A. C., Lin, T. Y., and May, H. R.: Shearing Strength of Prestressed Lift Slabs, ACI Journal, Proc. V.55, pp.485-506, 1958.
 - 7) 末弘 保, 石橋忠良, 佐藤春雄, 大庭光商: PC スラブの押抜きせん断耐力に関する実験的研究, 第 11 回コンクリート工学年次論文報告集, pp.149-152, 1989.
 - 8) 伊東茂富: コンクリートのせん断強度, セメントコンクリート, No.123, pp.2-7, 1959.
 - 9) 並木 哲, 山本康弘, 戸際邦之, 黒羽健嗣: 高強度コンクリートの各種強度の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概要 (近畿), pp.737-738, 1989.
 - 10) 岡村 甫: コンクリート構造の限界状態設計法, コンクリートセミナー 4, 共立出版, pp.17-18, 1979.
 - 11) 土木学会: コンクリート標準示方書・設計編, p.25, 1996.
 - 12) 坂井藤一, 八部順一, 大垣賀津雄, 作川孝一, 伊藤 敦, 竹内 清, 友田富雄: 少数桁橋梁用 PC 床版に関する実験研究, 川崎重工技報, 128 号, pp.54-60, 1996.

(2000 年 9 月 14 日受付)