

V-73 プレキャストコンクリート合成はりのずれ破壊耐力の計算法について

岐阜大学 正員 大浜 文彦

〃 〃 〇 小林 和夫

1. まえがき

プレキャストコンクリート合成はりの打継面におけるずれ破壊は、シアコネクター筋を配置しない場合 α はその量が過小な場合に生ずるもので、破壊強さを計算する方法は明確でない。

本研究は Hanson 氏等⁽¹⁾⁽²⁾ の Push-off 試験から得られた打継面のせん断応力～すべり量の関係を用いて、コンクリート合成はりのすべり破壊強さを計算する方法について検討したものである。

2. ずれ破壊強さの計算法とその結果

スパン上の任意点 x における打結面でのずれ量 S とその面に作用するせん断応力 τ と關しては、力のつり合いと変形の適合条件から次の微分方程式が成立する。

$$\frac{d^2 S}{dx^2} = -\frac{h}{E_1 I_1 + E_2 I_2} \times Q + \left(\frac{h^2}{E_1 I_1 + E_2 I_2} + \frac{1}{A_1 E_1} + \frac{1}{A_2 E_2} \right) \times bT$$

$$= -A \times Q + B \times T \quad (1)$$

上式は曲がひびわれを考慮していないが、それを考慮した近似計算式と比較せず、量とせん断応力が実験値に近いので、ここでは式(1)を用いることにする。

すな、後記の試験はりでは外力として集中荷重を取扱うので、式(1)のせん断力 Q は次のフーリエ級数で表わす。

$$Q = \frac{2}{\pi} \sum_{N=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{P_N}{n} \sin(n\pi \frac{x_{on}}{l}) \cos(n\pi \frac{x}{l}) \quad (2)$$

式(1)を解くには、あらかじめ $\tau \sim S$ 関係を決めておく
 必要があり、ここでは図1-(1)のPush-off試験を用いるこ
 ととした。この試験における打撃面の応力状態とはりの

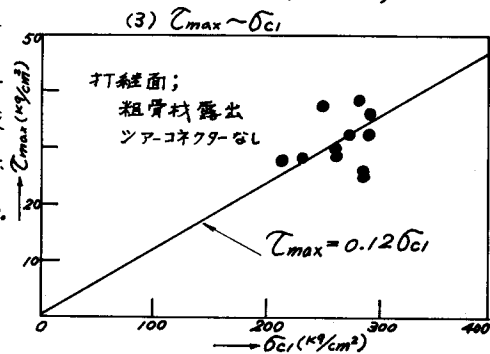
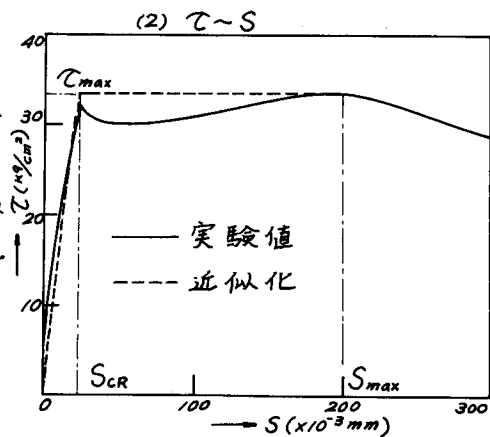
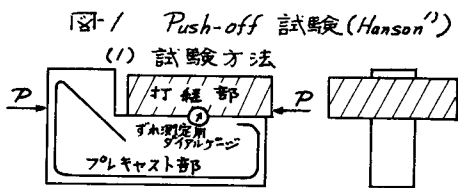
それとは同一と言えないが、はりの合成効果に対する打
継面の性質を調べる上に有用とされている。打継面が粗
造シアコネクタ筋のない場合に対する Push-off 試験
の結果の一例を図1-(2)に示す。 $T = T_{max}$ までの $T-S$ 関係
を同図の実線のように次式の折線で近似する：とにする。

$$|S| \leq S_{CR} : \tau = \frac{\tau_{max}}{S_{CR}} \times S, \quad |S| \geq S_{CR} : |\tau| = \tau_{max} \quad (3)$$

上式の $\tau_{\max}$, S_{CR} はそれぞれ打継面のせん断強度(最大せん断応力)と折線の折角でのずり量を表わす。

式(3)を(1)に代入して、スパン上の任意点 x でのずれ量 S を求める式(4)のようになる。

$$\left. \begin{aligned} 0 \leq X \leq X_{cr1} \quad (S \geq S_{cr}): S_I &= \frac{2A}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n^2} \sum_{l=1}^{\infty} \frac{R/n}{(n\pi/l)^2} \sin(n\pi \frac{X_{cr}}{l}) \cos(n\pi \frac{X}{l}) + B \tau_{max} \frac{X^2}{2} + C_1 X + C_2 \\ X_{cr1} \leq X \leq X_{cr2} \quad (|S| \leq S_{cr}): S_{II} &= \frac{2A}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n^2} \sum_{l=1}^{\infty} \frac{R/n}{(n\pi/l)^2 + B \tau_{max}/S_{cr}} \sin(n\pi \frac{X_{cr}}{l}) \cos(n\pi \frac{X}{l}) + C_3 e^{\sqrt{B \tau_{max}/S_{cr}} X} + C_4 e^{-\sqrt{B \tau_{max}/S_{cr}} X} \\ X_{cr2} \leq X \leq l \quad (S \leq -S_{cr}): S_{III} &= \frac{2A}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n^2} \sum_{l=1}^{\infty} \frac{R/n}{(n\pi/l)^2} \sin(n\pi \frac{X_{cr}}{l}) \cos(n\pi \frac{X}{l}) - B \tau_{max} \frac{X^2}{2} + C_5 X + C_6 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$



スパンの単純はりでは、式(4)の積分常数 $C_1 \sim C_6$ は次の境界条件と連続条件から決定できる。

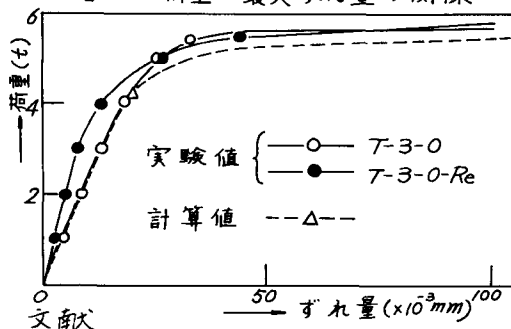
$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{dS_I}{dx}\right)_{x=0} &= \left(\frac{dS_{II}}{dx}\right)_{x=0} = 0 \\ \left(\frac{dS_I}{dx}\right)_{x=x_{c1}} &= \left(\frac{dS_{II}}{dx}\right)_{x=x_{c1}}, \left(\frac{dS_{II}}{dx}\right)_{x=x_{c2}} = \left(\frac{dS_{III}}{dx}\right)_{x=x_{c2}} \\ (S_I)_{x=x_{c1}} &= (S_{II})_{x=x_{c1}} = S_{CR}, (S_{II})_{x=x_{c2}} = (S_{III})_{x=x_{c2}} = S_{CR} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

上記の計算法と試験はり (図2, 表-1) に適用した結果を表-2 に示す。試験はりはいずれもメンバーフクター筋はなく、打継面は粗骨材が露出し粗い状態にある。表-2 の計算値は図1-(3)のPush-off 試験の結果から、打継面のせん断強度と $T_{max} = 0.12 \sigma_{ci}$ (σ_{ci} : 打継コンクリートの圧縮強度) と仮定してそれぞれ以下の方法で求めたものである。

I): ずれを無視したもの
II, III): ずれを考慮したもの、ただし上記の計算式から求めるずれ量は両支端部では実験値と一致しないが、せん断スパン中央に生ずる最大ずれ量は比較的良く一致する³⁾。本試験はりに対する一例は図3のとおりである。ここでは、せん断スパン中央のずれ量が、II) S_{CR} ($20 \times 10^{-3} mm$), III) S_{max} ($200 \times 10^{-3} mm$) に達するとずれ破壊が起ると仮定した。

記号の説明その他詳細は発表会当日に述べる。

図3 荷重-最大ずれ量の関係



- 1) Hanson: Precast-Prestressed Concrete Bridges—Horizontal Shear Connectors, J. of the PCA R.D.L Vol.2, No.2, 1960.5
- 2) 藤田: コンクリート合成桁の接合面に関する研究, プレストレスコンクリート, Vol. 9, No.2, 1967.4
- 3) 小林: コンクリート合成はりの不完全合成挙動に関する考察, セメント技術大会講演要録
- 4) Saemann: Horizontal Shear Connections Between Precast Beams and Cast-in-place Slabs, J. of the ACI, 1966.3
- 5) 田辺: コンクリート合成T形はりにおけるせん断強度に関する基礎研究, セメント技術年報 XX, 1967.1
- 6) 岡田, 小林, 吉岡: 軽量コンクリートと打継PC合成はりの設計に関する研究, 材料, Vol.18, No.105, 1967.2
- 7) 大浜, 小林: プレキャストコンクリートを用いたPC合成はりに関する研究, セメント技術年報 XXIII, 1969.12

図2 試験はりの断面

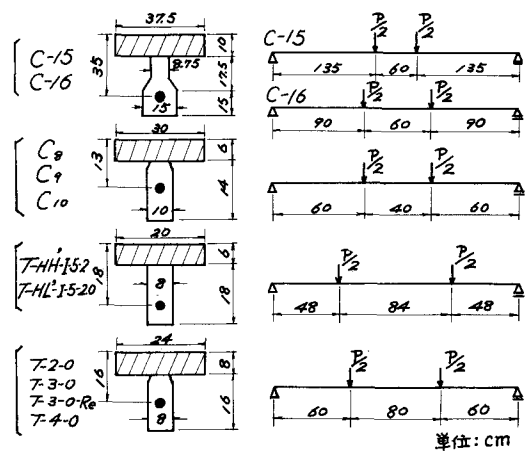


表-1 試験はりのコンクリート

はりの種類		打継部コンクリート		プレキャスト部コンクリート	
		弾性係数 E_c (10^5 kg/cm^2)	圧縮強度 σ_{ci} (kg/cm^2)	弾性係数 E_c (10^5 kg/cm^2)	圧縮強度 σ_{ci} (kg/cm^2)
文献 (4)	C-15	2.21 $\times 10^5$	2.25	2.02 $\times 10^5$	2.13
	C-16	2.10	2.15	2.08	2.13
* 文献 (5)	C-9	2.47	2.38	2.76	2.96
	C-10	2.88	3.24	3.12	3.79
文献 (6)	T-HH ² -I-5-20	2.42	2.08	3.57	4.64
	T-HL ² -I-5-20	1.55 **	2.00	3.57	4.64
文献 (7)	T-2-0	2.31	1.71	3.49	3.31
	T-3-0-Re	2.78	2.10	3.53	4.59
	T-4-0	3.06	3.78	3.78	4.61

* 弾性係数は ACI 式 $E = 4310 \sqrt{f'_c}$ より推定したもの
** 軽量コンクリート

表-2 ずれ破壊荷重の実験値と計算値

はりの種類	実験値 $P_u(t)$	計算値 (I)			計算値 (II)			計算値 (III)		
		$P_u'(t)$	$P_u''(t)$	$P_u'''(t)$	$P_u'(t)$	$P_u''(t)$	$P_u'''(t)$	$P_u'(t)$	$P_u''(t)$	$P_u'''(t)$
C-15	16.3	15.3	1.07	1.48	1.10	16.3	1.00			
C-16	23.6	14.2	1.65	1.42	1.66	17.3	1.36			
C-9	5.6	4.7	1.19	4.7	1.19	6.2	0.91			
C-10	7.0	6.4	1.10	6.4	1.10	8.2	0.86			
T-HH ² -I-5-20	8.0	3.8	2.10	3.9	2.05	6.5	1.23			
T-HL ² -I-5-20	8.0	4.1	1.95	4.2	1.90	6.8	1.17			
T-2-0	4.5	3.2	1.41	3.4	1.32	5.1	0.89			
T-3-0-Re	5.7	3.9	1.54	4.1	1.46	5.9	1.02			
T-4-0	9.6	7.0	1.37	7.4	1.30	9.6	1.00			