

国鉄 構造物設計事務所 正員 斎藤 啓一
石橋 忠良

1. まえがき

最近、騒音振動防止の観点より、基礎ぐいに大口径場所打ちぐいが多く用いられている。この場合、フーテングの基礎ぐいとしては少数本となる。フーテングの部材厚は、斜引張鉄筋の計算をしない場合の許容せん断耐力で決定されるのが一般的であり、せん断の設計法はフーテングの設計に非常に重要である。この少数本の大口径ぐいを用いたフーテングのせん断に対する合理的な設計法を見出すため、せん断スパン高さ比・鉄筋比・有効高さ、およびせん断補強鉄筋量等を変化させた供試体により、主として、その抵抗面積に着目し実験的研究を行い報告した。^{1) 2)}

本報告は、これらに引続いて行つた橋脚ぐいの形状を柱タイプとした場合の7体の実験結果について述べることである。

2. 実験概要

供試体の諸元を図-1、表-1に示す。使用したコンクリートの配合及び養生条件を表-2に示す。載荷実験時のコンクリートの圧縮強度は表-1に示す。

載荷方法は、各ぐいへの載荷力に違いが生じないように互いに連動させた油圧ジャッキ4台により、供試体のぐいより載荷した。

3. 実験結果および考察

3-1. フーテングの破壊性状

a. 最大荷重

実験で得られたフーテングの破壊時のぐい1本当りの最大荷重(せん断耐力) P_{max} を表-1に示す。なお、比較を容易にするために載荷時のコンクリートの圧縮強度を f_c とすると、最大荷重は $(f_c)^{3/4}$ に比例するとし、 f_c が 210 kg/cm^2 に換算した値を P_u として示してある。

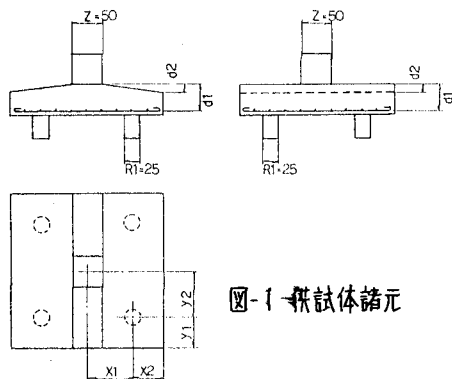


図-1 供試体諸元

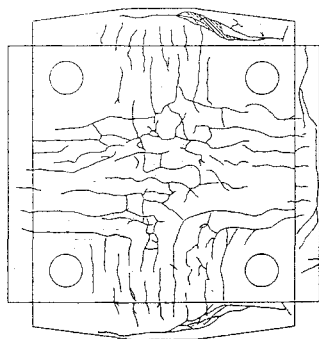
表-2 コンクリートの配合及び養生条件

NO	粗骨材の 最大寸法 mm	スラブ cm	空気量 %	ρ_a %	W/C %	ヒメント採取	養生方法
1 ~ L	10	12	4	38	48	熱湯成形	蒸気養生
P1 ~ P3	15	12	4	39	68	早強	---

表-1 供試体諸元

NO	X1	X2	Y1	Y2	d1	d2	P_x	f_c	P_{max}	P_u	V_{cal}	$\frac{P_u}{V_{cal}}$
I	75	25	25	75	50	10	0.456	200	71	72.2	57.8	1.25
J	"	"	"	"	35	"	0.977	198	46	46.9	41.7	1.13
K	"	"	"	"	29	"	1.464	202	36	36.5	37.0	0.987
L	"	"	"	"	25	"	2.028	204	30	30.3	34.8	0.871
P1	425	"	"	425	50	0	0.507	330	132	114	115	0.991
P2	60	"	"	60	50	"	"	261	96	89.3	78.6	1.14
P3	60	40	40	60	50	"	"	271	108	99.2	78.6	1.26

図-2 ひびわれ展開図(L)



b. ひびわれ性状

フーチング破壊時のひびわれ展開図を図-2に示す。くいを中心とした同心円状にひびわれが発生し、進展しているが、中心部でひびわれが交差しており、橋脚く体を壁式としたフーチング（以下壁式フーチングという）のひびわれ性状とは、若干異なる傾向が認められた。

c. セン断破壊面

図-3の実線は、供試体の破壊面上の位置がその点での有効高さの $1/2$ と一致した点を結んだものである。橋脚く体の断面を面積の等しい円形に換算し、この換算円とくい外縁への垂線の長さが等しい位置に破壊面の中心があると仮定すると、中心位置は、

$$\sqrt{(x_1-x)^2+y^2} - \sqrt{(y_2-y)^2+x^2} - R_1+R_2 = 0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 R_1 :くい半径 R_2 :橋脚く体断面と面積の等しい換算円の半径

x_1, y_2 : 図-4に示すくい及び橋脚く体の中心の座標値

(1)式により示され、これにより得られる仮想破壊線を図-3に点線で示す。これより、くい中心と橋脚く体中心を結ぶ線と仮想破壊線との交点をM点とすると、M点近傍では比較的良好に一致していることがわかる。

3-2 フーチングのセン断耐力の算定

壁式フーチングの実験により得られたセン断耐力式

$$V_{cal1} = 0.94 (0.75 + 1.4 d/a) f_c^{\frac{1}{2}} \left\{ \sqrt{P_x} + \left(\frac{d}{100} \right)^{-\frac{1}{4}} - 1 \right\} b_w d \quad \text{ただし } a/d \geq 2.5 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$V_{cal2} = 3.58 (a/d)^{-1.166} f_c^{\frac{1}{2}} \left\{ \sqrt{P_x} + \left(\frac{d}{100} \right)^{-\frac{1}{4}} - 1 \right\} b_w d \quad \text{ただし } a/d < 2.5 \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 a : セン断スパン d : 有効高さ P_x : 主鉄筋比(%) b_w : 有効幅

を用い、検討断面を3-1-Cの仮想破壊線で示される断面とし、N点近傍の微小区間 ΔL のセン断耐力を求める場合、式中のパラメータのとり方を、N点のセン断スパン a は $\overline{HNG}$ ととり、有効高さ d はN点の有効高さとし、有効幅 b_w は微小区間 ΔL とした。そして、M点を中心としそれぞれ仮想破壊線上の距離が $\overline{EM}$ に等しい（又は、 $0 \leq x \leq x_1+x_2$ かつ $-y_1 \leq y \leq y_2$ ）範囲を有効として、これらを積分して求めた値を計算耐力 V_{cal} とし、実験耐力との比 P_u/V_{cal} も合わせて表-1に示した。これによれば、 P_u/V_{cal} の平均値 $\bar{x}=1.09$ 標準偏差 $\sigma_n=0.135$ 変動係数 $V=12.4\%$ であった。

4. あとがき

本報告は、式(2)(3)を用いてセン断耐力を評価し、式(1)で与えられる仮想破壊面と有効幅($\overline{EM} \times 2$)を仮定して検討を加えたものであり、本手法によれば比較的良好な精度が得られ、さらに有効幅等について検討を加えてゆきたいと考えている。本実験の計画にあたり、御指導いただいた東京大学岡村教授ならびに実験および解析に御協力いただいた八千代エンジニアリングK.K. 佐々木・瀬戸両氏に謝意をかりてお礼申し上げます。

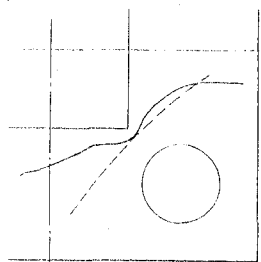


図-3 セン断破壊面(P1)

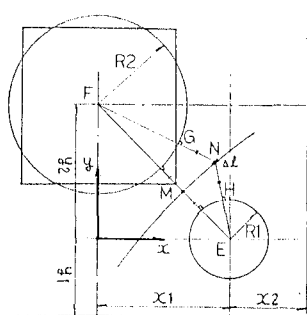


図-4
フーチングの仮想破壊線
モデル

参考文献 1) 有藤啓一, 松田和夫, 松田好史: 第36回年次学術講演会要集 (V-141)

2) 石橋忠良, 松田好史, 有藤啓一: 第37回 (V-34)

3) コンクリート構造の限界状態設計法試案: コンクリートライブラリー N048; 土木学会