

V-171 鉄筋コンクリートフーチングと鋼管との接合方法に関する研究

(その5)

— 耐力評価式に関する一考察 —

住友金属工業(株)
首都高速道路公団

〃
〃

正員

〃

〃

〃

森 本 精 洋

安 孫 子 敏 雄

和 泉 公 比 古

鯨 井 裕 嗣

1 まえがき

本研究は、新しい接合構造の開発に当たり、すでに報告した付着(せん断)耐力、定着(引抜)耐力等に関する実験結果をまとめ、耐荷機構の解明と共に、その評価式の提案を行うものである。

2 検討結果

表-1 実験結果

2, 1 せん断実験結果

原理模型による基礎実験供試体(A1~A5, H1~H5, I)及び実大実験供試体(G1, G2)から得られたせん断実験結果は、表-1に示すとおりである。なお、ここに示す降伏荷重は、使用したせん断鉄筋の10%に相当するずれ変位がせん断面に生じた時の荷重である。

供試体	降伏荷重 (ton)	最大荷重 (ton)	せん断面 (cm ²)	鉄筋比 (%)	使用鉄筋	鉄筋耐力 (kg/cm ²)	コンクリート強度 (kg/cm ²)	構 造
A1	23.5	35.0	1500	0.51	D13	3430	253	鉄筋差し込
A2	33.5	53.0	〃	0.84	〃	〃	〃	〃
A3	39.0	65.0	〃	1.18	〃	〃	〃	〃
A4	30.5	49.5	〃	0.84	〃	〃	〃	〃
A5	124.0	124.0	〃	0.84	〃	〃	〃	R C
H1	85.8	140.0	〃	2.11	〃	4070	328	鉄筋差し込
H2	100.8	156.0	〃	2.53	〃	〃	〃	〃
H3	119.5	191.9	〃	2.96	〃	〃	〃	〃
H4	93.5	141.0	〃	2.58	D22	3670	〃	〃
H5	90.0	128.5	〃	2.57	D29	3410	〃	〃
I	112.0	112.0	〃	0.84	D13	4070	〃	併用
G1	820.0	820.0	25026	0.76	D19,22	3960	258	〃
G2	550.0	750.0	〃	0.76	〃	〃	〃	鉄筋差し込

2, 2 せん断鉄筋のひずみ

大部分の供試体は、せん断鉄筋が破断(コンクリートのクラック発生も伴う)したので、耐荷機構解明のため降伏荷重及び最大荷重作用時のせん断鉄筋軸ひずみ分布を示すと図-1, 2のとおりとなり、これらより以下のことが判明した。

- ① せん断面に境界鋼板の有る供試体(A1~A4)と境界鋼板の無い鉄筋コンクリート供試体(A5)では、せん断面のずれ変位が同じでもせん断鉄筋に生ずる軸ひずみ分布が異なる。
- ② せん断面に境界鋼板の有る供試体では、せん断降伏時のせん断面での鉄筋軸ひずみは降伏ひずみの約1/2の1000 μ 程度であり、最大荷重が作用した時の鉄筋軸ひずみは降伏ひずみの2000 μ 程度であった。
- ③ せん断面に境界鋼板の無い鉄筋コンクリート供試体では、最大荷重に達した時のせん断面での鉄筋軸ひずみは降伏ひずみ程度であり、コンクリートにクラックが入ってからの鉄筋軸ひずみは同じようなずれ変位をもつせん断面に境界鋼板の有る供試体と同じような挙動を示した。

2, 3 せん断耐力

2, 3, 1 鉄筋差し込み構造のせん断耐力

これらの供試体のせん断耐力は、④境界鋼板とコンクリートの付着力、⑤境界鋼板とコンクリートの摩擦力、⑥鉄筋のせん断抵抗力に分けて評価される。せん断鉄筋に生ずる軸ひずみは、前述のとおりとし、鉄筋の降伏及び破壊は最大せん断応力説に従うと仮定し、(1), (2)式で耐力を評価した。

$$Q_{Hy} = \tau_o \cdot A_T + P \cdot \mu \cdot \sigma_o \cdot A_T + P \cdot \sqrt{(\sigma_k/2)^2 - (\sigma_o/2)^2} \cdot A_T = (\tau_o + P \cdot \mu \cdot \alpha \cdot \sigma_y + P \cdot \sqrt{(\sigma_y/2)^2 - (\alpha \cdot \sigma_y/2)^2}) \cdot A_T \cdots \cdots (1)$$

$$Q_{Hmax} = (\tau_o + P \cdot \mu \cdot \sigma_y + P \cdot \sqrt{(\sigma_B/2)^2 - (\sigma_y/2)^2}) \cdot A_T \cdots \cdots (2)$$

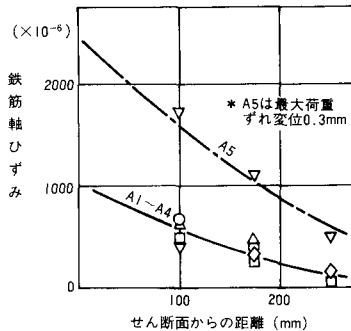


図-1 降伏時の鉄筋軸ひずみ

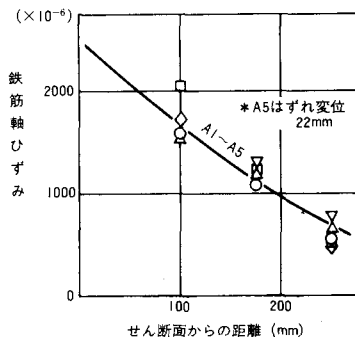


図-2 最大荷重の時の鉄筋軸ひずみ

σ_{Hy} ; 降伏荷重, τ_o ; 鋼板とコンクリートの付着応力, σ_o ; 鉄筋の軸応力, α ; 0.5, σ_k ; 鉄筋の降伏応力 (σ_y), μ ; 鋼板とコンクリートの摩擦係数, P ; せん断鉄筋比, A_T ; せん断面積, Q_{Hmax} ; 最大荷重, σ_B ; 鉄筋の破壊応力

2, 3, 2 鉄筋コンクリート構造のせん断耐力

この供試体は, 最大荷重が作用する直前にせん断面に約 10° の角度をもってクラックが発生し, 最大荷重に達した時にはせん断面に平行な面でコンクリートがせん断破壊した。鉄筋の軸ひずみは, 前述のとおりとし, コンクリートの破壊はモール説にしたがうと仮定し, (3), (4)式で耐力を評価した。

$$Q_{Rmax} = (\sqrt{Rf_c \cdot f_t} / 2 + P \sigma_y (k \cdot f_c - f_t) / 2 \cdot \sqrt{k \cdot f_c \cdot f_t}) A_T \dots \dots (3)$$

$$Q_{Rmax} = (\tau_o' + P \cdot \mu \cdot \sigma_y + P \sqrt{(\sigma_B / 2)^2 - (\sigma_y / 2)^2}) A_T \dots \dots (4)$$

Q_{Rmax} ; 最大荷重, f_c ; コンクリートの圧縮破壊応力, f_t ; コンクリートの引張破壊応力, k ; 0.85, Q_{Rmax} ; コンクリートのせん断破壊後の荷重, τ_o' ; コンクリートとコンクリートの付着力 μ ; コンクリートとコンクリートの摩擦係数

2, 3, 3 鉄筋コンクリートと鉄筋差し込み併用構造のせん断耐力

これらの供試体に荷重を載荷してゆくと, まず鉄筋コンクリート構造の部分にクラックが入り破壊し, その後鉄筋差し込み部の鉄筋が降伏し, ずれ変位が大きくなってゆく。鉄筋コンクリート構造の部分破壊する時の荷重は, ずれ変位が小さいため, ④鉄筋コンクリート構造部のコンクリートのせん断抵抗力, ⑤境界鋼板とコンクリートの付着力, ⑥鉄筋差し込み部の鉄筋のせん断抵抗力に分け, (5)式で評価される。

$$Q_{HRmax} = (\sqrt{k f_c \cdot f_t} / 2 + P_2 \cdot \sigma_y (k f_c - f_t) / 2 \sqrt{k \cdot f_c \cdot f_t}) (A_T2 + A_{S1} \cdot G_s / G_c) + \tau_o A_T \dots \dots (5)$$

なお, 鉄筋差し込み部のせん断鉄筋が降伏する時の荷重 (Q_{Hry}) とずれ変位が大きくなった時の荷重 (Q_{Rmax}) は, (6), (7)式で表わされる。

$$Q_{Hry} = (\tau_o' + P_2 \mu \sigma_y + P_2 \sqrt{(\sigma_B / 2)^2 - (\sigma_y / 2)^2}) A_T2 + (\tau_o + P_1 \mu \alpha \sigma_y + P_1 \sqrt{(\sigma_y / 2)^2 - (\alpha \sigma_y / 2)^2}) A_T1 \dots (6)$$

$$Q_{HRmax} = (\tau_o' + P_2 \mu \sigma_y + P_2 \sqrt{(\sigma_B / 2)^2 - (\sigma_y / 2)^2}) A_T2 + (\tau_o + P_1 \mu \sigma_y + P_1 \sqrt{(\sigma_B / 2)^2 - (\sigma_y / 2)^2}) A_T1 \dots \dots (7)$$

Q_{HRmax} ; 鉄筋コンクリート部が破壊する時の荷重, P_2 ; 鉄筋コンクリート部のせん断鉄筋比, A_T2 ; 鉄筋コンクリート部のせん断面積, P_1 ; 鉄筋差し込み部のせん断面積, A_{S1} ; 鉄筋差し込み部の鉄筋総断面積, A_T1 ; 鉄筋差し込み部のせん断面積, G_s ; 鉄筋のせん断弾性係数, G_c ; コンクリートのせん断弾性係数

2, 3, 4 付着応力(τ_o, τ_o')及び摩擦係数の評価

付着応力及び摩擦係数は, 各種供試体から得られたせん断強度と鉄筋パラメ ($P \cdot \sigma_y$) の関係より, 図-3として得られ, これより以下のことが判明した。

- ① コンクリートと鋼板の付着応力は, $\tau_o = 5 \text{ Kg/cm}^2$ で, コンクリートとコンクリートは, $\tau_o' = 7 \text{ Kg/cm}^2$ である。
- ② コンクリートと鋼板の摩擦係数は, $\tau_o = 0.4$ で, コンクリートとコンクリートは, $\mu' = 0.6$ である。

3. あとがき

これまで述べてきた評価式を用い, 耐力の推定を行った結果は, 図-4に示すとおりで, 実験より得られたせん断鉄筋の挙動をもとにして, ほぼ統一的なせん断耐力の推定が可能と考えられる。最後に, 本研究において多大な御指導を得た首都高速道路公団戸田氏秋元氏, 住友金属工業株式会社川氏に深甚な謝意を表す。

参考文献 ; Mattock et al, : ACI JOURNAL Feb 1969, 安孫子他 ; 「鉄筋コンクリートフーチングと鋼管との接合に関する研究 (その1) (その2) (その3) (その4)」

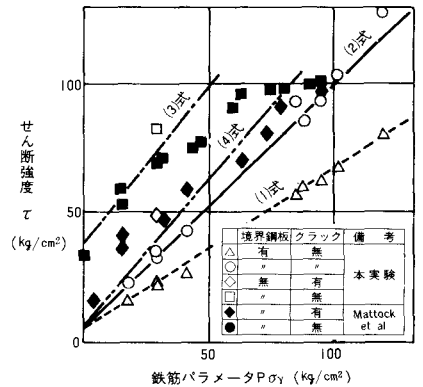


図-3 せん断強度と鉄筋パラメータの関係

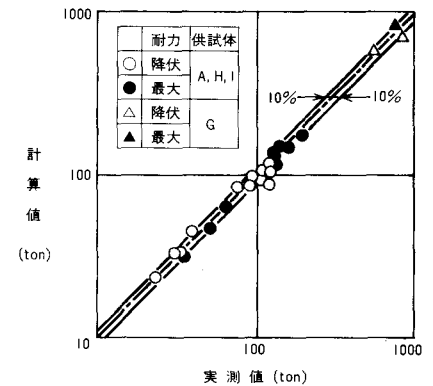


図-4 実験値と計算値の対応