

V-172 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4)

— せん断耐力に関する一考察 —

首都高速道路公団	正員	鯨井	裕嗣
"	"	安孫子	敏雄
"	"	和泉	公比古
住友金属工業(株)	"	森本	精洋

1 まえがき

本研究は、すでに報告を行なった実験1), 2) の範囲を広げ、鉄筋差し込み方式についてせん断鉄筋比による経済性、施工性と大規模構造物に対する適用性等に対する検討を加えたものである。なお、検討に当たっては、せん断鉄筋比に対し、Mattockや青柳などの実験結果との関連性を踏まえて最大せん断応力の算出式について提案することとした。また、本実験は、鉄筋差し込み方式を主として行なったが、鉄筋差し込み方式と鉄筋コンクリート構造との併用方式及び鋼管内に埋込む鉄筋長についても検討を行なった。

2 実験概要

せん断鉄筋の検討に使用したH供試体は、縮尺を1/2、形状を図-1, 2とし、鋼板面は無処理とした。

実験は、鉄筋差し込み方式によるせん断鉄筋比が2%以上になったケースの挙動をH1~3供試体で、太径鉄筋使用による挙動をH4, 5供試体により調べ、その結果より大規模構造物への適用性について、推察することとした。

鉄筋差し込み方式と鉄筋コンクリート構造併用のI供試体は、鉄筋比を実物に近い量より耐力試験を行なった。

鋼管内に埋込まれた鉄筋の引抜き耐力については、J供試体により埋込み長を5, 10, 15dとし実験を行なうとともにコンクリートの被りの少ない場合についても行なった。(図-3)

3 結果および考察

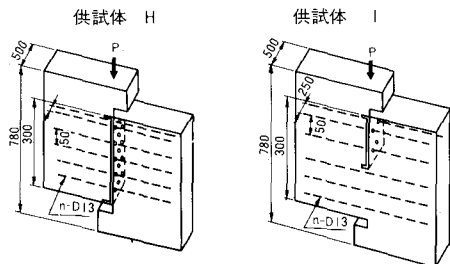
表-1にせん断試験結果、図-4にせん断荷重とずれ変位の関係を示す。表-1より最大荷重と降伏荷重の比は、すでに報告した鉄筋比の小さいものとほぼ同じ結果となった。

図-4よりせん断鉄筋比を大きくしても耐力の低下は見られず(H1~3)、逆に耐力アップの傾向が見られるが、最大荷重後の耐力低下は著しく下がる傾向にあった。また、太径鉄筋による耐力(H4, 5)は80t前後よりずれ変位が多くなり、荷重が上がらない傾向が見られた。

I供試体は、開口部の鉄筋コンクリート断面の降伏後(ヒビワレ発生後)は、せん断力が急激に落ちるもののその後は鉄筋差し込み方式の鉄筋比の大きい方に似たような傾向を示した。

次に、せん断強度と鉄筋パラメータの関係として、鉄筋比の小さい場合と同様の相関関係から、図-5に示すような直線が引ける。

これまでの結果とMattock, 青柳, 電中研の行なった実験との関係をせん断補強率とせん断伝達強度で表わした場合には、図-6のとおりとなる。

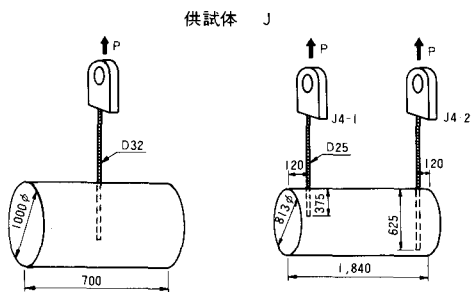


No.	n	鉄筋比	c(mm)	鉄筋比%	備考
H1	25	83	83	2.11	D13使用
H2	30	71	71	2.53	D13使用
H3	35	63	63	2.96	D13使用
H4	10	250	250	2.58	D22使用
H5	6	250	250	2.57	D29使用

No.	n	鉄筋比(%)	備考
I10	0.84		D13

図-1

図-2



No.	埋込長(mm)	値数	備考
J1	5d=159	2	1000φ,D32使用
J2	10d=318	2	"
J3	15d=477	2	"
J4	15d, 25d	1	812φ,D25使用

図-3

表-1 セン断試験結果

供試体の種類	最大荷重 P _{max} (ton)	降伏点荷重 P _y (ton) [σ=0.1d]	P _y /P _{max}
H 1	140.0	85.8	0.61
H 2	156.0	100.8	0.65
H 3	191.9	119.5	0.62
H 4	141.0	93.5	0.66
H 5	128.5	90.0	0.70
I 1	112.0 σ=0.3mm	σ=2.9mm60.0 σ=20.3mm81.5	

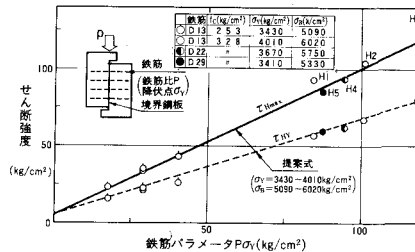


図-5 セン断強度と鉄筋パラメータ

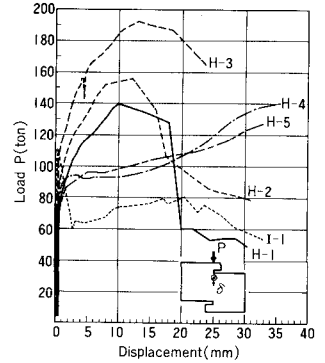


図-4 セン断荷重とずれ変位

Mattock, 青柳などの実験によれば補強率が高くなれば、強度は一定(横ばい)となるとされているが、本実験で見る限り補強率の低い場合はMattockなどのようにせん断伝達強度は上らず、補強率が高い場合は逆に強度が上がる傾向にあり、直線の変化をするよう見うけられる。そこでせん断補強率とせん断伝達強度に対して図-6に示すような提案式を示すものである。また、一般的な構造物に使用される鉄筋比は2%以下であることから、ここでの提案式によれば構造上十分安全であると考えられる。

鉄筋の引抜き耐力は、表-2に示すが鉄筋自由端の引抜き量0.25mmに対する付着強度は65~95 Kg/cmであり、最大付着強度は150 Kg/cm程度であった。また、鉄筋の埋込み長が15d以上では引抜きは生じなかった。また、端部に設けられた鉄筋のコンクリート被りの影響は認められなかった。

4. まとめ

- 鉄筋の強度が同等ならば、せん断強度はほぼ鉄筋比で決まるため、施工性を考慮すると、太径鉄筋の使用が有利と考えられる。
- 鉄筋比が2%以上でもMattock, 青柳などに見られるようなせん断強度とせん断鉄筋パラメータの関係におけるせん断強度の飽和現象が発生せず、鉄筋比が2.5%程度になると、鉄筋差し込み構造のせん断強度は鉄筋コンクリート構造のそれと同等となり、鉄筋比の増大とともにせん断強度はさらに増大すると思われる。それらのことからある程度の大規模構造物に対しても適用出来ると思われる。

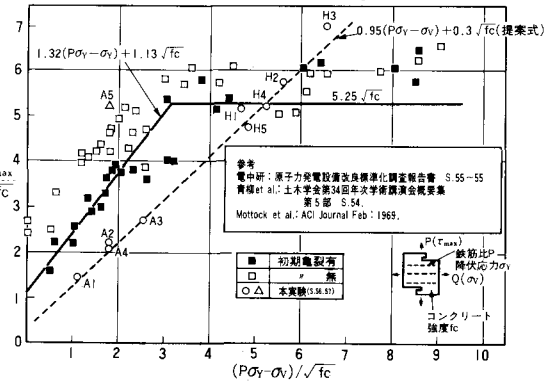


図-6 セン断補強率とせん断伝達強度

表-2 引抜き実験結果付着強度一覧表

供試体	荷重及び 付着応力 P (ton) r (kg/cm ²)	鉄筋引抜き量 δ (mm)			最大引抜き荷重 と付着応力	埋込長さ L (mm)	備 考
		$\delta = 0.05$	$\delta = 0.10$	$\delta = 0.25$			
J1-1	P (ton) r (kg/cm ²)	7.35 46.3	10.10 63.6	15.40 96.9	34.5 217.2	SD (159)	引抜ける
J1-2	P (ton) r (kg/cm ²)	5.35 33.7	7.10 44.7	11.45 72.1	25.0 157.4		
J2-1	P (ton) r (kg/cm ²)	8.60 27.1	11.50 36.2	20.40 64.2	47.1 148.3	100	引抜ける
J2-2	P (ton) r (kg/cm ²)	8.85 27.9	11.80 37.1	20.40 64.2	44.0以上 138.5以上	(318)	
J3-1	P (ton) r (kg/cm ²)	30.50 64.0	37.60 78.9	— —	49.0以上 102.8以上	150 (477)	鉄筋破断 (変位計取付部) 引抜き荷重0.8mm引抜ける
J3-2	P (ton) r (kg/cm ²)	28.60 60.0	34.30 72.0	44.80 94.0	48.9以上 102.6以上		
J4-1	P (ton) r (kg/cm ²)	— —	— —	— —	28.3以上 94.4以上	150 (375)	鉄筋破断 (変位計取付部) 引抜ける
J4-2	P (ton) r (kg/cm ²)	14.20 28.7	14.50 29.3	17.40 35.2	27.6 55.6	250 (625)	

③ 本実験では、せん断鉄筋比を3%までの範囲で行なったが、せん断降伏荷重及び最大せん断荷重の推定精度は±10%程度であり、この範囲においては十分実用に供しうるとと思われる。

④ 鋼管内に埋込まれた鉄筋の引抜き付着応力度を65 Kg/cmとすればSD30で鉄筋径の1.6倍程度で良くまたコンクリートブロックに埋込まれた鉄筋の引抜き付着応力(すべり量0.25mm)と本実験値では、同程度の値を示すが、最大耐力については約1.4倍となった。

参考文献: Mattock et al.; ACI Journal Fed, 1969

青柳 et al.; 「RC格納容器の面外せん断耐力算定方法に関する一提案」

土木学会第34回年次学術講演会概要集

電中研; 原子力発電設備改良標準化調査報告書 S, 53~55

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)」土木学会学術講演会概要集