

大阪工業大学 正員 赤尾親助

大阪大学工学部 ○正員 三宮和彦

まえがき、合成桁において、剛ジベル強度はジベル前面コンクリートの支圧強度を基準として評価されているが、このような形の支圧の場合、支圧強度は標準の圧縮強度に比しかなり高くなる場合が多く、結果的には過大な安全度をもつ事になっているのではないかと考えられる。かゝる観点から著者は、前回に引き継ぎ試験体の種類を変えて、剛ジベルについて押抜試験を実施し、その強度を巨視的にコンクリートのせん断強度に注目して考察を加え、あわせて現行設計法との比較を試みてみたので、その結果をまとめて報告す

図-1 試験体(E-3型)

図-1. 試験体(E-3型)

3.

試験体、押拔試験は4回実施した。試験体の種類を便宜上表-1の如く分類した。即ち試験体は20種類(図-1、図-2参照)で、A~D型は、2回各2個づつ、他は1個づつで計32個である。A~D型は同じ鋼部を使って2度コンクリート打ちを行った。E-3,4~H-3,4型はE-1,2~H-1,2型の鋼部を利用し、ジベルに $\phi 13\text{ mm}$ (SS-41)の斜輪形筋並びに直輪形筋を取り付け、鋼部にはフランジの座屈を防ぐため補剛材を付けた。スラブの主鉄筋はいずれも $\phi 13\text{ mm}$ (SS-41)を使った。

試験体鋼部の各フランジに溶接し、
たジベルは、すべて「型」の簡易剛ジベルで、全周
隅肉溶接とし、その数量と間隔は表-1の如く
である。なお、各試験体を通じ、下端ジベルの前
面はコンクリートの打ち込みをせず空洞とし、且
つ載荷中鋼部が側方に開く事を防ぐため上部を
ボルトで緊結した。

コンクリートの打ち込みは、すべて試験体を模
にした状態で施工した。スラブのコンクリート
は、A~D型については、第1回目は設計強度
250 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、スランプ 10 cm、骨材最大寸法 25 mm、セ

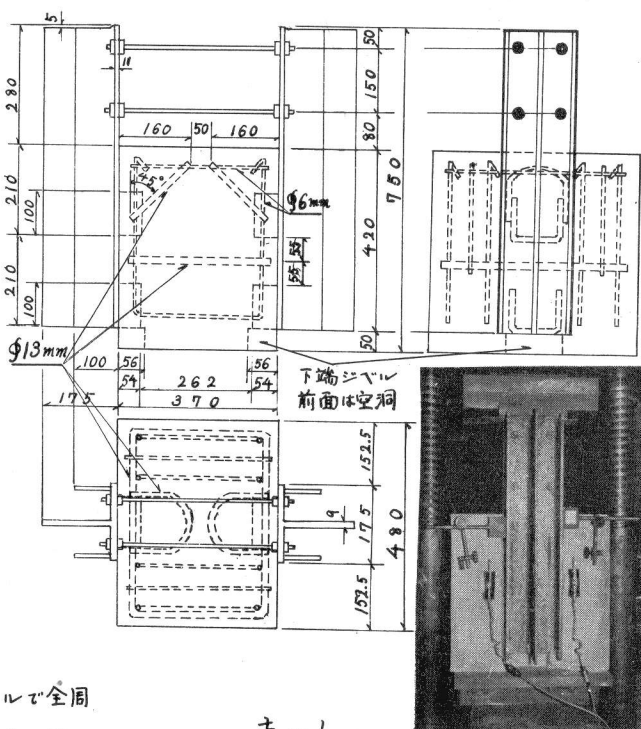


表-1

試 験 体		ジャベル前 面積 cm^2	ジャベル 数	ジャベル 間隔 mm
種 類	数 量			
A 型	2 (2)	50	3	150
B "	2 (2)	"	2	225
C "	2 (2)	"	3	225
D "	2 (2)	"	2	300
E-1,2,3,4 型	各 1	64.8	2	210
F-1,2,3,4 "	" 1	"	3	210
G-1,2,3,4 "	" 1	"	2	280
H-1,2,3,4 "	" 1	"	2	350

メント 270 kg/cm^2 水セメント比 63% を使用し、試験実施期における標準円筒体圧縮強度は 210 kg/cm^2 、低応力におけるヤング係数は $(2.04 \sim 2.52) \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ であり、第2回目は設計強度 300 kg/cm^2 、スランパ $7 \sim 10 \text{ cm}$ 、骨材最大寸法 25 mm 、セメント 355 kg/m^3 、水セメント比 49% を使用し、試験実施期における上記圧縮強度は 292 kg/cm^2 、同ヤング係数は $2.78 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ であった。また E-1, 2 ~ H-1, 2 型のコンクリートは設計強度 300 kg/cm^2 、スランパ $6 \sim 8 \text{ cm}$ 、骨材最大寸法 25 mm 、セメント 330 kg/m^3 、水セメント比 55% を使用し、試験実施期における標準円筒体圧縮強度は 267 kg/cm^2 、低応力におけるヤング係数は $(2.20 \sim 2.75) \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ であった。E-3, 4 ~ H-3, 4 型に

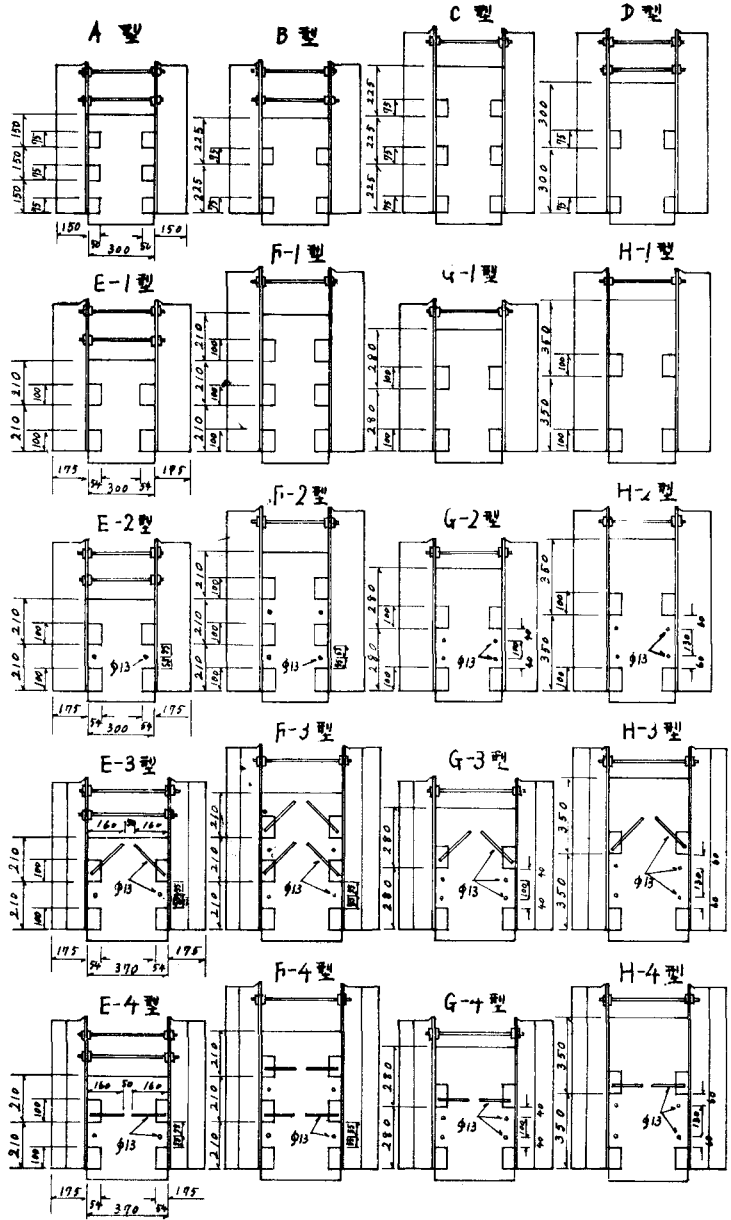
図-2. 試験体種類

つては、早強セメントを使用し、設計強度 400 kg/cm^2 、スランパ $6 \sim 8 \text{ cm}$ 、骨材最大寸法 25 mm 、セメント 450 kg/m^3 、水セメント比 37% を使用し、試験実施期における上記圧縮強度は 402 kg/cm^2 、同ヤング係数は $(2.75 \sim 3.23) \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ であった。

なお、コンクリート部と鋼部間のすれを差付トランス式変位計により計測した。

試験結果と考察 試験体は反復荷重法により試験した。輪形筋を伴わない場合には剛ジベルの荷重—すれ、残留すれ線図は図-3に示す如く、主鉄筋の有無にかかわらず極限荷重の近くまで直線的で、すれ並びに残留すれの大きさは、ともに極めて小さく、スタッドの場合のすれによる有効荷重と異なり、極限荷重をジベルの耐荷重と考えてよいと思はれる。

然しながら、ジベルに輪形筋を取り付けた場合は、極限荷重に到達するまでに荷重—すれ、残留すれ線図は大きく弧を描き、極限荷重の近傍で



はずれ、残留ずれとも大きく、それらがジベル強度を支配するようになる。従つて、この場合、荷重-ずれ線図が弧を描く直前の荷重をジベルの耐荷重と見なした。なお、この時のずれ、残留ずれの大きさは、いずれも各々 0.40 mm と 0.09 mm 以下であつた。

また試験体の破壊時において、ジベル間隔が小なる場合は、ジベル前面コンクリートが羊羹型に、ジベル間隔が大なるものは楔形に破断した。

即ち、試験体 A, B, E-1, 2, 3, 4, H-1, 2, 3, 4 型はすべて、ジベル前面コンクリートがほぼ羊羹形に破断し、C, G-1, 2, 3, 4 型は、かなり中央の凹んだ羊羹形に破断し、D, H-1, 2, 3, 4 型のみ大きく凹んだ羊羹型および一部三角形状に破断するのが見受けられた。(写真参照)

これらの試験結果から、現行の指針に基づいて基本支圧応力度を逆算したものと、破断面における平均せん断応力度とを、まとめて比較してみると、次頁の表-2 の如くなる。

コンクリートの破断状態

上段、左から

E-1型, G-1型, H-1型

下段、左から

E-2, G-2, H-2, G-4型



図-3. 荷重-ずれ、残留ずれ線図

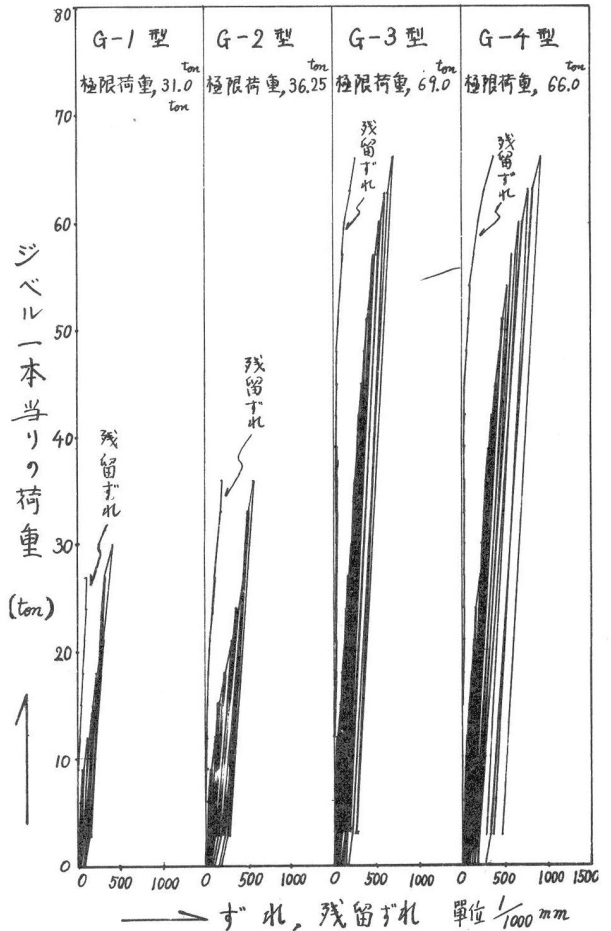


表-2

試験体	極限荷重 ton	耐荷重 ton	支 圧			せん断		
			ジベル前面 支圧強度 kg/cm^2	$\sqrt{A_1}$ ※	基本支圧応 力度 kg/cm^2	安全度	$\tau_t \text{ kg/cm}^2$ 羊羹形	$\tau_c \text{ kg/cm}^2$ 楔形
A 型	56	56	28.0	1.37	20.4	2.92	65	(33)
B "	40 48	40 48	40.0 48.0	1.53	26.1 31.4	3.74 4.49	55 66	(48) (57)
C "	68 72	68 72	34.0 36.0	1.53	22.2 23.5	3.18 3.36	47 49	(40) (43)
D "	52 56	52 56	52.0 56.0	1.69	30.8 33.1	4.41 4.75	(50) (54)	77 67
A 型	77 72	77 72	38.5 36.0	1.37	28.1 26.2	2.89 2.71	90 84	(50) (47)
B "	65	65	65.0	1.53	42.5	4.39	89	(84)
C "	90 90	90 90	45.0 45.0	1.53	29.4	3.04	62	(58)
D "	68 68	68 68	68.0 68.0	1.69	40.2	4.15	(66)	88
E-1 型	52.5	52.5	40.5	1.45	27.9	3.13	74	(58)
F-1 "	88.0	88.0	34.0	1.45	23.4	2.63	62	(49)
G-1 "	62.0	62.0	47.8	1.58	30.3	3.40	60	(69)
H-1 "	70.0	70.0	54.0	1.71	31.6	3.55	(52)	78
E-2 型	66.0	66.0	50.9	1.45	35.1	3.94	93	(73)
F-2 "	88.0	88.0	34.0	1.45	23.4	2.63	62	(49)
G-2 "	72.5	72.5	55.9	1.58	35.4	3.98	71	(80)
H-2 "	77.5	77.5	59.8	1.71	35.0	3.93	(58)	86
E-3 型	117.5	92.0	67.0	1.45	46.2	4.02	129	(102)
F-3 "	182.5	160.0	57.7	1.45	39.8	3.46	112	(88)
G-3 "	138.0	108.0	79.3	1.58	50.2	4.37	105	(120)
H-3 "	138.0	108.0	79.5	1.71	46.4	4.03	(80)	120
E-4 型	120.0	98.0	75.6	1.45	52.1	4.53	137	(109)
F-4 "	150.0 150.0	144.0	55.6	1.45	38.3	3.33	101	(80)
G-4 "	132.0	103.2	79.6	1.58	50.4	4.38	100	(114)
H-4 "	137.5	113.6	87.7	1.71	51.3	4.46	(84)	126

※合成所設計施工指針4.3.3条による。

当押板試験の範囲内で、表-2から次の事が考察される。

a). 普通強度のコンクリート使用の場合、概して、指針に基づいて逆算した基本支圧応力度がやや高く、安全度は析構造部材のそれに比べて幾分か大きいようである。特にジベルに輪筋筋がある場合には、その傾向が顕著にみられる。またジベル間に主鉄筋が入ると、ジベル強度は幾分下り、10~20%程度の強度の増加を見た。b). A型とB型、F型とG型試験体における強度を比較してみると、ジベル間隔を小さくし、個数を増してもその割合には全体としてのジベル強度が増加しない。この点については、 τ_t を考える方が妥当な評価が出来るように考えられる。c). D型、H型試験体の結果から、ジベル間隔とある限度以上大きくしても、1ヶ当りのジベル強度の増さない点については、楔形破壊の τ_t を考える事で評価が出来る。d). 逆算した基本支圧応力度とせん断応力度 τ_t の両者について、散布度を調べると、各回の両者のそれぞれを平均値を1に換算したときの標準偏差は、A~D型(1回目と2回目)は支圧(0.174と0.189)、 τ_t (0.166と0.139)、E-1,2~H-1,2型は支圧(0.156)、 τ_t (0.152)で全試験体を通じては支圧(0.156)、 τ_t (0.143)となり、 τ_t の方が支圧に比べて散ばりが小さいようである。

従って、かかるせん断応力度も、ジベル強度の評価基準と考える事も設計を合理化する一方法ではないかと考えられる。