

神戸大学工学部 正員 西村 昭 大林組 正員 三好哲也
 ○建設工学研究所 正員 大宇 明

1. はじめに

スタッドジベルを用いた合成桁において、コンクリートが破壊する場合のジベルの静的極限耐力をコンクリートの支圧強度をパラメーターにして、スタッドジベルの縦ピッチ(橋軸方向)について論じ、これまで多くの研究者達によって得られた静的極限耐力の実験値を、わかれの得た値とともにD.R. Plumのグラフにプロットしてこれらの総合的検討を試みた。この際、実験値は、押し抜き試験に限定し、補強の影響を無視した。

2. スタッドジベルの静的強度と支圧強度

① D.R. Plum¹⁾は図-1の供試体でダウエル作用について実験し、式(1)のような実験式を得た。(図-4.5参照)

$$\begin{aligned} 8/\sqrt{f'_c} &= c\sqrt{D/d} \\ 8/\sqrt{f'_c} &= c'\sqrt{D/d} \end{aligned}$$

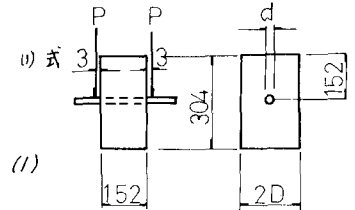


図-1

ただし、 8 は破壊時の荷重 P を鋼棒の埋込み部分の断面積の半分(dD)で割った値、 d は鋼棒の直径、 f'_c はコンクリートの28日強度、 D は有効幅(図-1)である。この式(1)は支圧強度に関係がある²⁾

骨材	種類	A	B
天然	f'_c (kg/cm ²)	$q/\sqrt{f'_c}$	q/σ_u
	q (kg/cm)		
ライオ		221	1020
		21.7	0.9
ナイト		309	1330
		23.9	0.8
メサ		223	1040
		22.1	0.9
ライト		364	1500
		24.9	0.8

② 藤井³⁾は直径19mmの丸鋼を半分埋込み剛体的に載荷する実験を行なっている。支圧強度 σ_u を式(2)として整理すると表-1のようになる。

$$\sigma_u = \sqrt{A/A'} f'_c \quad (2)$$

ただし、 A は割裂応力が0になるコンクリート断面積、 A' は支圧面積である。

③ 西村ほか^{4),5)}、および他文献^{6),7)}よりスタッドジベルについて、式(2)を用いて整理すると、表-2のようになる。

表-2で σ_u は A をジベルの横ピッチ(橋軸直角方向)とスラブ厚の積とし、 σ'_u は A をスラブ横断面積をジベルの横断方向の本数で割った値として式(2)より計算した値である。破壊形態は、表-2文献欄の7ではスタッドの背面で楔状にコンクリートがまぎとら⁷⁾れ、文献欄4では縦方向にクラックが入り、5ではスラブ端部でスタッドの高さ方向にクラックが入っている。楔状に破壊するのは偏心による引き抜きが関係していると考えられ、縦クラックは支圧による割裂応力によると考えられる。表-1、表-2より、(i) 楔状に破壊する場合には、支圧破壊する場合より、縦ピッチに比べ、高さが低い(約4倍) (ii) 強度が支圧

注a) 文献2)より 8 の計算には軽量コンクリートについて、弾性係数を考慮した。⁷⁾

b) A に関する単位は $N^{1/2}/m.m$ である。

c) 鋼棒が12cm以上のものは無視した。

表-1

と表-2より、(i) 楔状に破壊する場合には、支圧破壊する場合より、縦ピッチに比べ、高さが低い(約4倍) (ii) 強度が支圧

破壊する場合より大きい(約2倍)の
かぶり(表-2参照)が大きいと強度が増す(補強の影響がある)。iv) 楔状にジベル背面で剥離する場合は支圧強度に対する比が②の場合と大体同じである。v) スラブ全横断面有効とした場合、支圧強度に対する比が30~60%である。の5点がわかる。

3. わかれの実験

図-2の供試体で、斜線を引いた鋼製の箱に穴をあけ、D-16の異形鉄筋を水平に通して、内外部にコンクリートを打設して、箱の部分を載荷した。

附着防止のため、箱の外面にペンキとグリスを塗った。セメントは早強ポルトランドセメント、骨材は天然産である。コンクリートの28日強度は35.2 kg/cm²であった。

試験荷重は上限を漸増する静的反復荷重とした。実験目的はリブ付コネクター³⁾の力学的性状を知ることを主としたものである。結果を表-3に示す。

4. 従来の実験値の考察

D. R. Plumの式¹⁾で、Dはジベルの横ピッチとした。また、リブ付コネクターの β の計算に当り、 $\beta/4 < 4$ (Hはジベルの高さ)の場合の β と比較するため、リブの片方の鉄筋一本が負担する破壊荷重を d^2 で割ったものを補正した。比較のため、単位はニュートン、mmを用い、D. R. Plumの値(CPII7に53)を同時にプロットしてある。

結果^{1), 4), 5), 6)}を図-3, 4に示す。従来の実験値はPlumの図¹⁾から引用した。CPII7値に大体一致している。図-3, 4で実線がPlumの値(CPII7値)であり、点線、および一点鎖線は、本実験、および他文献からの目安となる曲線である。

割裂破壊を起した場合³⁾、リブ付コネクターの場合⁴⁾には、図-3, 4、ともにPlumの曲線(CPII7に112)より下にきている。ジベルの頭を頂点として、楔状に破壊する場合⁵⁾、および、ジベルのはしあき(かぶり、表-2参照)が大きき、スラブ幅が大きき場合⁶⁾には、図-3では、Plumの曲線より上になっているが、図-4では延長線上になっている。またD. R. Plum¹⁾は図-3, 4で $\beta/d > 6$ 、 $D > 8$ の場合CPI

相	骨材	d	H	S _b	S _t	P _e	P _e (かぶり)	β_u	β_u'	β	β/β_u	β/β_u'	
6	N	19	10.2	61.0	17.8	4.8	25.4	489	871	503	1.0	0.6	
		25	"	"	"	9.7	"	725	1290	749	1.0	0.6	
		32	"	"	"	10.5	"	565	968	673	1.1	0.7	
7	A	19	7.6	50.8	15.7	10.2	30.6	20.3	1000	1580	875	0.9	0.6
	B	"	"	"	"	"	"	"	938	1480	723	0.8	0.5
	C	"	"	"	"	"	"	"	1030	1630	890	0.9	0.5
	D	"	"	"	"	"	"	"	1110	1750	882	0.8	0.5
	E	"	"	"	"	"	"	"	889	1410	868	1.0	0.6
4	N	19	10.0	40.0	15.0	7.0	10.0	889	1240	384	0.4	0.3	
		"	"	"	"	"	"	757	1020	387	0.5	0.4	
5	N	19	15.0	50.0	12.0	12.0	15.0	1010	1450	439	0.4	0.3	

注 i) N:天然骨材, L:軽量骨材, A:天然砕骨材, B:天然河骨材
C, D, E: 文献7. で指定した軽量骨材, d, スタッド直径, H: スタッドの高さ, S_b: スラブ幅, S_t: スラブラ厚, P_e: スタッドの横ピッチ, P_e: スタッドの縦ピッチ, β , β_u : スタッドとスラブの端部までの縦距離
ii) 軽量骨材を使用したコンクリートについては、 β の計算に当り、コンクリートの弾性係数の比の平方根を乗じた。

表-2

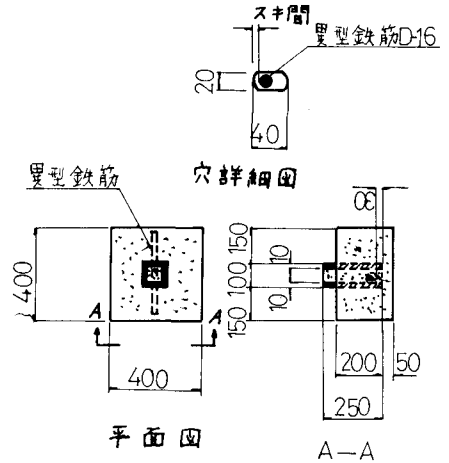


図-2

穴のスタッド間(m)	破壊時荷重(tn)
0	15.76
1	18.58
2	17.25

表-3

17に従って、 $q/\sqrt{f_c}$ は一定値としていたが、ジベルの耐力が、静的にスラブの破壊が決る場合は一定値にならず、スタッドの疲労が問題になる場合には、その疲労強度でおさえられることが推察される。

5. おわりに

以上から次のような結論が導かれる。

① 従来の結果の $q/\sqrt{f_c}$ 対 D (または D/d) のプロットから、図-3, 4 の5つの式が成立する。点群が供試体の幾何学的形状 (P_0, P_1, S_0, S_1 , かつ、表-2参照) により左右されるが係数 C を実際により近い実験結果から決定すると、横ビッチが小さい場合について、従来の実験式より、適切な設計式が得られるのではないかと思われる。

② その他の資料から得られることとして、
i) 破壊には大別して、ジベルの頭を頂点とした楔状にジベル背面でスラブが破壊する場合と、支圧による破壊とがある。ii) 前者の場合には後者に対し、強度が大きく、ジベルのはしあき(かつ、表-2)、縦ビッチが大きくなければならない。最後に御協力いただいた神戸大学助教授藤井学博士に深く感謝の意を表します。

6. 文献

1. D. R. Plum; "Strength of studs in Composite Construction", pp. 319~335, University of Manchester, April, 1972
2. 藤井学: "P.C. 設計上の諸問題" プレストレストコンクリート最近の進歩, 土木学会関西支部 昭和41年11月
3. 藤井学: "軽量コンクリートの支圧変形特性" セメント技術年報 pp. 475~480 XXIII 昭和44年
4. 西村昭博: "摩擦接合部材のコンクリートの協同作用に関する研究" 神戸大学卒業研究 昭和45年
5. 西村昭博: "合成桁の接合効果に対する研究" 神戸大学卒業研究 昭和45年
6. I. M. Viest; "Investigation of Stud Shear Connectors for Composite Concrete and Steel T-Beams" Journal of A. C. I. Vol. 27, No. 8, pp. 875~891, 1956
7. J. G. Ollgaard, R. G. Slutter, & J. W. Fisher; "Shear Strength of Stud Connectors in Lightweight and Normal-weight Concrete", AISC Engineering Journal, pp. 52~64, April, 1971

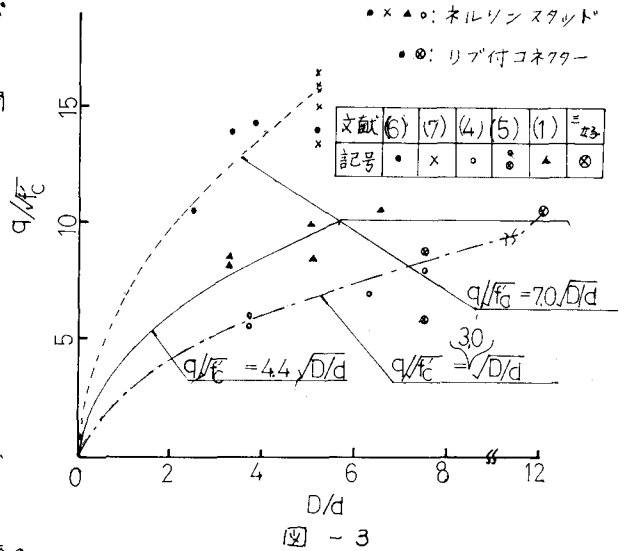


図-3

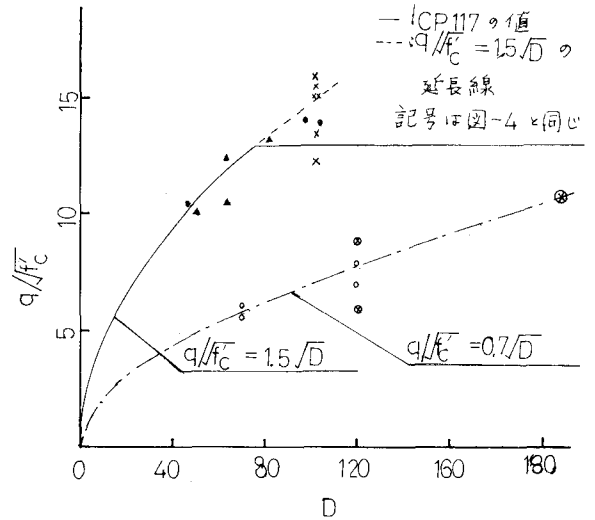


図-4