

V-38

載荷条件の異なるRCディープスラブのせん断破壊について

北海道大学工学部 学生員 富田 早季

北海道大学工学部 正 員 古内 仁

北海道大学工学部 正 員 上田 多門

北海道大学工学部 正 員 角田興史雄

1. はじめに

通常のRC一方スラブのせん断耐力については、既述の研究¹⁾によってある程度明らかにされている。しかしその研究で対象としているスラブは全幅が支持され、また、殆どのものがせん断スパン比の大きなものであり、せん断スパン比が小さくディープビーム的なスラブ（本研究ではディープスラブと呼ぶ）の研究は殆ど行われていない。しかし、実際にはコーベルやフーチング等、ディープスラブと類似した構造物があり、その場合、様々な載荷、支持条件となることが考えられる。そこで、本研究では、ディープスラブのせん断破壊性状とその耐力について基礎的なデータを収集するため、載荷条件と支持条件の両方を変数として実験を行い、検討を行なうものである。

2. 実験計画および概要

RCスラブをはりとして検討する場合のせん断に対する有効幅については、平成8年度制定の土木学会コンクリート標準示方書²⁾において曲げに対する有効幅としてよいこととなった。なお、有効幅 b_e は(1)式によって算定する。

$$\begin{aligned} c \geq 12x(1-x/l) \text{ の場合} & \quad b_e = v + 2.4x(1-x/l) \\ c < 12x(1-x/l) \text{ の場合} & \quad b_e = c + v + 2.4x(1-x/l) \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、 c : 集中荷重の分布幅の端からスラブの自由縁までの距離
 x : 集中荷重作用点から最も近い支点までの距離
 l : スラブのスパン

本研究における供試体の断面高さを20cm、有効高さを16cm、また、せん断スパン比 a/d を1.75と仮定し5cm(幅)×10cm(長さ)の載荷板を用いた場合、(1)式によって有効幅 $b_e=53.6$ cmとなる。供試体では、はり型せん断破壊させるため、全幅を50cmと決定した。また引張鉄筋はD16(SD345)を5cmの間隔で配置し、そのときの鉄筋比は0.022である。供試体は同じものを5体用意し、載荷条件と支持条件を変数とする(表-1参照)。供試体の形状寸法を図-1に示す。このとき、支持条件は実験の安定性を考慮し、片側は供試体の全幅を支持し、もう一方のみを変化させた。また、スパンの中央における軸方向の変形を調べるために、各供試体の支間中央部と支点に変位計を配置し、更にNo. 1、No. 2の供試体にはせん断スパン中央に埋め込みストレインゲージ(45°方向)を配置した。(図-2参照)なお、コンクリートは早強ポルトランドセメント、海砂および川砂利を使用し、目標の圧縮強度は24.5MPaとして、材令7日で実験を行った。

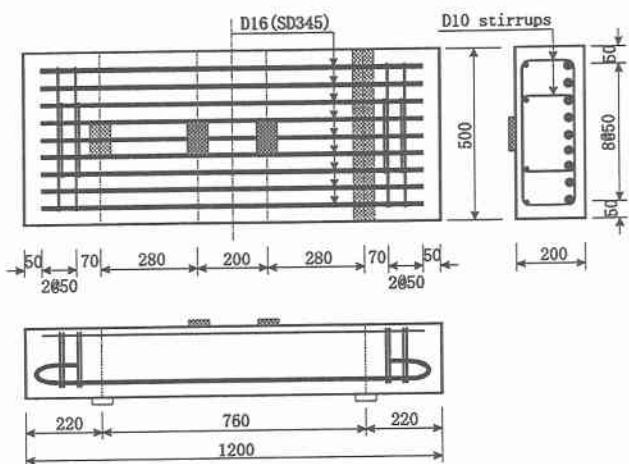
3. 実験結果と考察

各供試体の破壊荷重とコンクリート圧縮強度、せん断耐力を表-2に示す。このときせん断耐力は圧縮強度を24.5MPaとして以下の(2)式によって換算した。

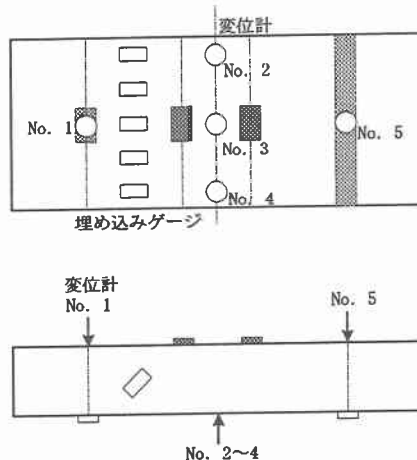
表-1 実験変数

No	載荷幅 ν 1 (cm)	支点幅 ν 2 (cm)
	ν 1 (cm)	ν 2 (cm)
1	10	10
2	10	20
3	20	10
4	30	10
5	10	30

Shear Failure of RC Deep Slabs with Different Loading Conditions
 by Saki TOMITA Hitoshi FURUUCHI, Tamon UEDA and Yosio KAKUTA



図－１ 供試体の形状寸法



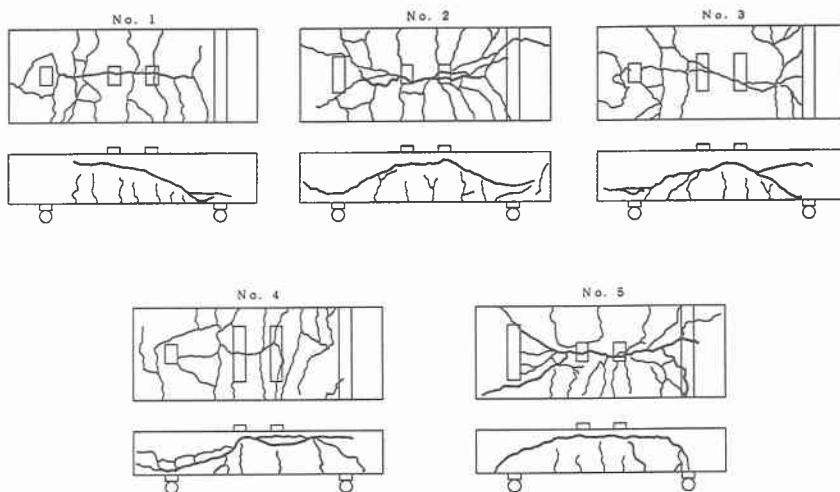
図－２変位計とゲージの配置

$$V_{test} = \frac{1}{2} P_B (24.5 / f'_c)^{2/3} \quad (2)$$

図－３にNo. ２～No. ５の側面と底面のひび割れ図を示す。各供試体とも底面の中央で軸方向にひび割れが発生したが、No. ５は目視では確認できないほどであった。このことから、形状寸法が同じ供試体でも載荷幅が小さい場合はスラブ的な破壊をし、載荷幅が全幅に近づくにつれてはり的な破壊となることが分かる。この場合支持条件の影響はあまり見られない。さらに、No. ２の供試体については、破壊面を調べるためひび割れに沿ってコンクリートを取り除き観察を行った。この破壊面は、側面に現れた斜めひび割れと内部におけるひび割れ面が異なり、３次元的な破壊面となっていることが分かった。

表－２ 実験結果

No	圧縮強度 f'_c (MPa)	破壊荷重 P_B (kN)	せん断耐力 V_{test} (kN)
1	26.1	294	141
2	20.2	294	167
3	19.6	340	197
4	23.8	450	229
5	23.8	333	170



図－３ ひび割れ図

図-4に各供試体の中央における変位と荷重の関係を、図-5にせん断スパン中央におけるコンクリートの45°方向のひずみと荷重の関係を示す。載荷幅が10 cmのNo. 1、No. 2、No. 5については支持条件に関係なく、破壊時の変位、ひずみとも端部より中央部のほうがより大きくなっており、スラブが軸方向のほかに幅方向にも変形していることが分かる。これに対し、載荷幅の大きいNo. 4の変位は端部と中央部にあまり差がなく、はり的な変形をしていることが分かる。

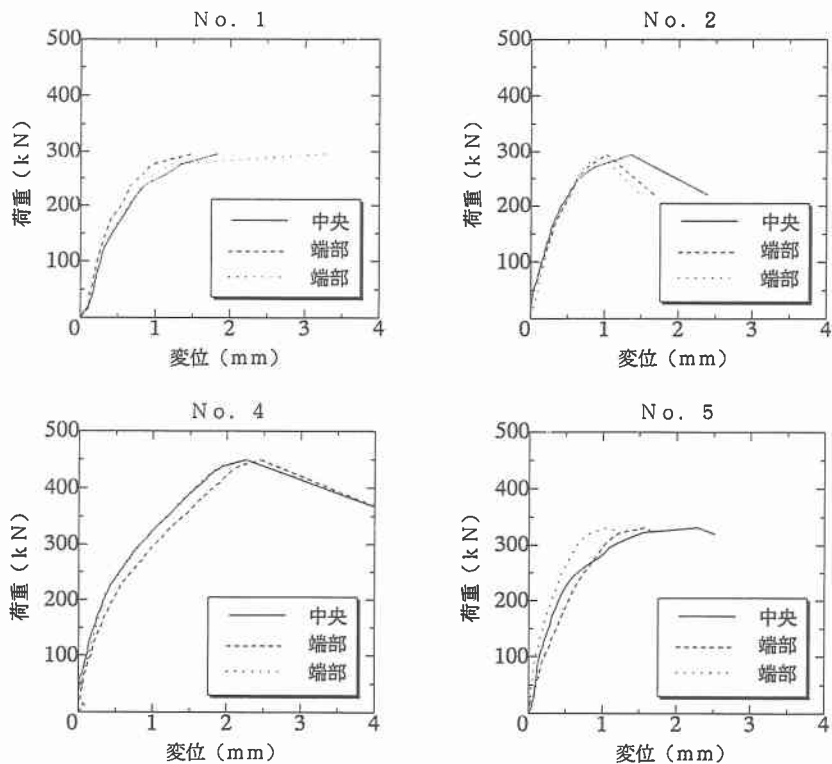


図-4 変位と荷重の関係

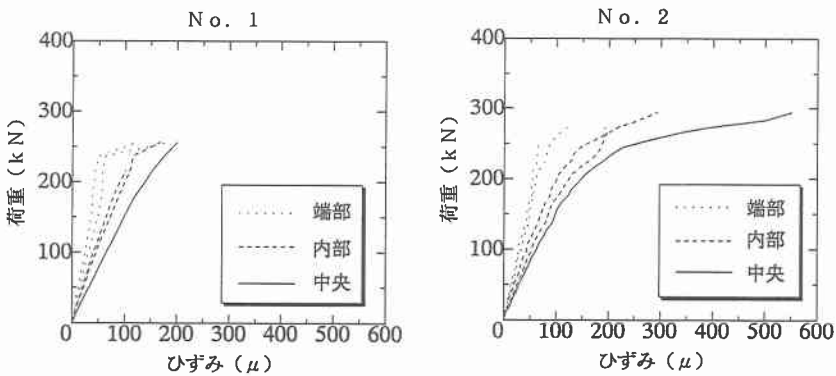


図-5 ひずみと荷重の比較

次に、図-6および図-7で各供試体のせん断耐力について載荷条件、支持条件ごとに比較した。既応の研究により全幅を支持しているRCスラブについては、はりとしてせん断耐力の算定ができることが明らかになっている。本研究の実験供試体の場合は(3)式に示す二羽³⁾の提案したディープビームのせん断耐力式を用いて算定することとした。なお、 b_w は(1)式による有効幅 b_e を用いるか、供試体の幅が b_e より小さい場合は供試体の全幅を用いることとなっているため、本供試体が全幅支持の場合は $b_w=50\text{ cm}$ として算定することができる。

$$V_{wd} = \frac{0.24 f_c^{r/3} (1 + \sqrt{p_w}) (1 + 3.33 r / d)}{1 + (a / d)^2} b_w \cdot d \quad (3)$$

ここに、 b_w : 腹部の幅 r : 支圧板幅 d : 有効高さ (cm) $p_w = 100 A_s / (b_w \cdot d)$
 A_s : 引張側鋼材の断面積 f_c : コンクリート圧縮強度 (MPa)

図-6は支点幅を10 cmと固定し載荷幅を変化させたときの比較であるが $\nu 1 / b_w$ が0.4以上の場合には全幅支持の計算値とほぼ同じせん断耐力が得られる。つまり載荷幅が全幅のほぼ半分以上あれば支点幅が小さくても所定のせん断耐力が得られることが分かる。一方、図-7は載荷幅を10 cmと固定し支点幅を変化させたときの比較であるが、せん断耐力が直線的に上昇し $\nu 2 / b_w = 1$ で計算値とおおよそ一致するという結果が得られた。つまり載荷幅が小さい場合は、所定のせん断耐力を得るためには全幅を支持する必要があり、せん断耐力は支点幅の大きさによって線形に増加する傾向があるといえる。

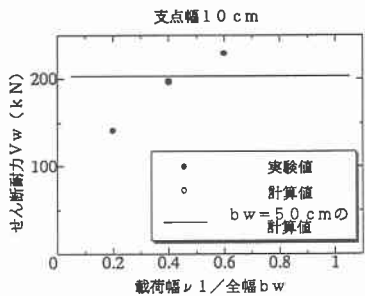


図-6 載荷条件の異なるスラブの比較

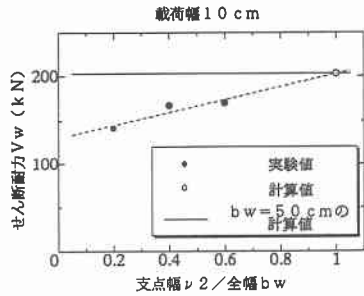


図-7 支点条件の異なるスラブの比較

4. まとめ

- RCディープスラブについて、載荷幅と支点幅を変数とした実験によって次のような知見が得られた。
1. 支点幅が小さい場合、載荷幅が供試体の全幅の半分程度以上であれば、全幅支持としたときのせん断耐力が得られる。
 2. 載荷幅が小さい場合、せん断耐力は、支点幅と線形的な関係がある。

謝辞

本実験を進めるにあたり、多大なるご助力を頂いた、北海道大学・木村勉技官、同大学構造工学ならびにコンクリート工学講座の教職員、学生の方々に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 古内仁、高橋義裕、上田多門、角田與史雄：自由縁付近に載荷された一方向RCスラブのせん断耐力について、土木学会支部北海道支部論文集、第52号/V-25、pp 624-629、1996
- 2) コンクリート標準示方書【平成8年度版】設計編、土木学会、1996
- 3) 二羽淳一郎：FEM解析に基づくディープビームのせん断耐力算定式、第2回RC構造のせん断間に関する解析的研究に関するコロキウム論文集、1983