

せん断補強鉄筋を用いない高強度 RC ディープビームのせん断耐力

鉄道総合技術研究所 正会員 ○谷村 幸裕 正会員 佐藤 勉
 鉄道総合技術研究所 正会員 吉田 幸司 正会員 毛利 誠信

1. 目的

鉄筋コンクリート部材に高強度コンクリートを用いることで、高品質化を図り、経済性、施工性の向上も期待できると考えられる。本報告では、RCディープビームに高強度コンクリートを用いた場合のせん断耐力について、載荷実験結果をもとに検討することとした。

2. 実験の概要

供試体の形状、諸元を図1および表1に示す。供試体は単純梁供試体で2点対象単調載荷とし、せん断スパン比 a/d をパラメータとして No. 24～27, 45 の5体の実験を実施した。いずれも、スターラップは配置していない。供試体はいずれも荷重の増加とともにスパン中央付近に曲げひび割れ

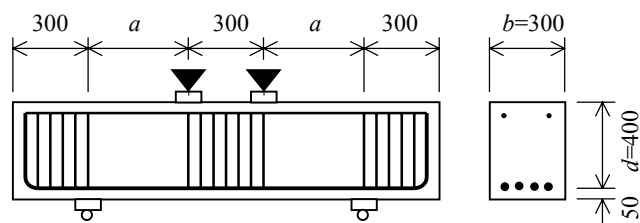


図1 供試体概要 (No.24～27, 45) (mm)

が発生し、続いて斜めひび割れが生じ、腹部のコンクリートが圧壊して荷重が低下した。供試体にはディープビームとしては比較的 a/d の大きいものも含まれている。No. 45 ($a/d=2.5$) では、斜めひび割れ発生時

表1 供試体諸元およびせん断耐力の実験値と計算値

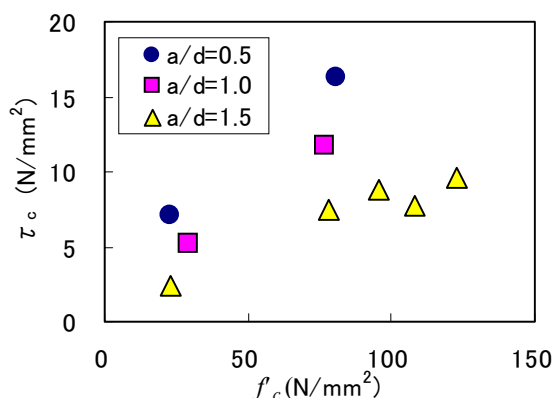
No.	b (mm)	d (mm)	a/d	f'_c (N/mm ²)	p_c (%)	V_{max} (kN)	V_{cal1} (kN)	V_{cal2} (kN)
24	300	400	0.5	80.6	2.14	1958	1941	1454
25	300	400	1.0	76.4	2.14	1403	1170	915
26	300	400	1.5	78.3	2.14	904	732	566
27	300	400	2.0	77.8	2.14	752	474	361
45	300	400	2.5	97.2	2.14	345	379	274
TK98-2 ¹⁾	350	400	1.5	95.7	2.27	1225	994	744
TK98-12 ¹⁾	350	400	1.5	122.7	2.27	1347	1173	842
TK98-13 ¹⁾	350	400	1.5	107.9	2.27	1088	1076	790

※ f'_c : コンクリート圧縮強度, p_c : 引張鉄筋比

に 10%程度の荷重低下が見られたが、その後荷重が増加し他の供試体と同様の破壊形態となったため、特に区別せずに検討を行った。また、表1には、既往の研究¹⁾より同様の破壊形態のもの3体を併記した。なお、いずれも引張鉄筋にはUSD685を用い、鉄筋は降伏していない。各供試体の最大せん断力 V_{max} を表1に示す。

3. コンクリート強度の影響

$a/d=0.5\sim1.5$ の供試体の、コンクリート圧縮強度 f'_c と最大せん断応力度 τ_c ($=V_{max}/(b \cdot d)$) の関係を図2に示す。図には、 $f'_c=23\sim29\text{N/mm}^2$ 程度の普通コンクリートを用いた同様の供試体の実験結果²⁾も合わせて示した。 f'_c の増加とともに、 τ_c は大きく増加した。また、 $a/d=1.5$ の供試体では、 $f'_c=80\sim120\text{N/mm}^2$ 程度の範囲内でも、 f'_c の増加とともに τ_c が大きくなる傾向が見られる。これは、 a/d が比較的大きくせん断引張破壊となる場合に、 f'_c の増加に対してせん断耐力が頭打ちになる傾向が見られること³⁾と異なる。ディープビームの場合は、その破壊形態からせん断耐力にコンクリートの圧縮強度の影響が比較的大きくなるため、コンクリート圧縮強度の増加がせん断耐力の向上により大きくつながるものと考えられる。

図2 f'_c と τ_c の関係

キーワード 高強度コンクリート, ディープビーム, せん断耐力

連絡先 〒185-0034 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL: 042-573-7281 FAX: 042-573-7282

4. せん断耐力算定方法の検討

各供試体のせん断耐力を、式(1)に示す既往のディープビームのせん断耐力算定式⁴⁾ (V_{cal1}) ならびに式(2)に示す土木学会コンクリート標準示方書のディープビームのせん断耐力算定式⁵⁾ (V_{cal2}) を用いて計算した。

$$V_{cal1} = \frac{0.24 \cdot f'_c{}^{2/3} \cdot (1 + \sqrt{p_c}) \cdot (1 + 3.33 r/d) \cdot b \cdot d}{1 + (a/d)^2} \quad (1)$$

$$V_{cal2} = \frac{0.95 \cdot f'_c{}^{1/2} \cdot p_c^{1/3} \cdot (1000/d)^{1/4} \cdot b \cdot d}{1 + (a_v/d)^2} \quad (2)$$

ここに、 $a_v = a - r$, r : 載荷板幅(mm)

計算結果を表1に、 a/d と V_{max}/V_{cal1} の関係を図3に、 a/d と V_{max}/V_{cal2} の関係を図4に示す。 V_{cal1} では、実験値は計算値よりも平均で 17%程度大きくなったが、 f'_c に特に制限を設けずに式(1)を用いても、実験値を概ね安全側に評価できることがわかる。また、 V_{cal2} では、計算値は実験値よりもかなり過小に評価する結果となった。これは、 f'_c の影響を式(1)では $2/3$ 乗で考慮しているのに対し、式(2)では $1/2$ 乗で考慮しているためこのような違いとなっているものである。

次に、式(1)を用いて V_{max} から a/d の影響を逆算し、式(3)により β_a ($=1/\{1+(a/d)^2\}$) を計算した。

$$\beta_a = V_{max} / \{0.24 \cdot f'_c{}^{2/3} \cdot (1 + \sqrt{p_c}) \cdot (1 + 3.33 r/d) \cdot b \cdot d\} \quad (3)$$

a/d と β_a の関係を図5に示す。全体的に実験値のほうがやや大きいですが、 a/d とせん断耐力の関係については式(1)によって概ね評価できているものと考えられる。

5. まとめ

高強度コンクリートを用いたディープビームの載荷実験結果から、以下のことが明らかになった。

- (1) ディープビームに高強度コンクリートを用いると、普通強度を用いた場合に比べ、せん断耐力が大きく増加する。
- (2) 既往のディープビームのせん断耐力算定式を適用しても、せん断耐力を安全側に評価できる。
- (3) a/d とせん断耐力の関係は、既往の算定式でほぼ妥当に表すことができる。

謝辞 本実験は、国土交通省からの委託を受けた「鉄道技術基準整備のための調査研究」の一環として実施したものであり、また、実験にあたり鉄建建設技術研究所にご協力いただきました。関係者の皆様に謝意を表します。

参考文献

- 1) 下野一行, 佐藤勉, 松岡茂: 高強度材料を用いたRC梁部材に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 20, No. 2, pp. 1039~1044, 1998
- 2) 谷村幸裕, 佐藤勉, 渡辺忠朋, 松岡茂: スターラップを有するディープビームのせん断耐力に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 23, No. 3, pp. 967~972, 2001
- 3) 土木学会: 2002 年版コンクリート標準示方書改訂資料, コンクリートライブラリー108, 2002
- 4) 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構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集, pp. 119~126, 1983
- 5) 土木学会: 2002 年制定コンクリート標準示方書構造性能照査編, 2002

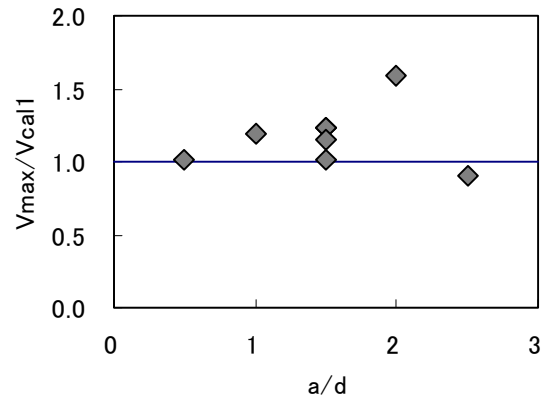


図3 a/d と V_{max}/V_{cal1} の関係

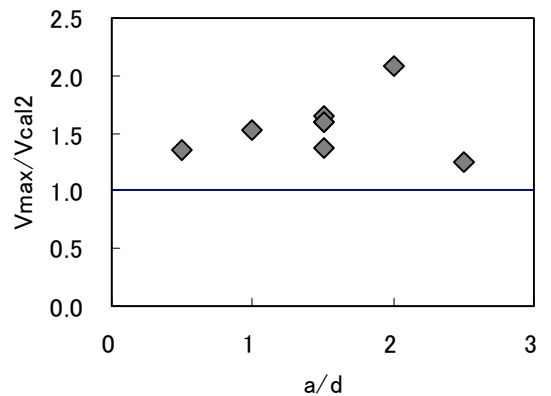


図4 a/d と V_{max}/V_{cal2} の関係

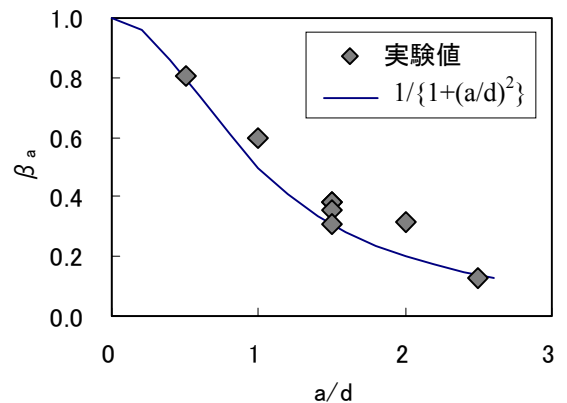


図5 a/d と β_a の関係