

せん断スパン比の小さい梁部材の解析的検討

九州工業大学 学生会員 ○中越亮太
独立行政法人土木研究所 正会員 西岡 勉

九州工業大学
阪神道路公団

正会員 幸左賢二
正会員 小林 寛

1. はじめに

一般に、ディープビームのようなせん断スパン比（以後、 a/d ）が比較的小さい梁部材では、 a/d の効果によりせん断耐力が増加する事が報告されており、各示方書においても a/d の効果を考慮することとなっている。しかし、その式は実験結果を基に提案されたものであり、 a/d の効果のメカニズムについては不明確な部分が多い。そこで、本研究では a/d をパラメータとしたディープビームの載荷実験¹⁾をもとに2次元FEM解析を行い、 a/d の影響による破壊形態の違いについての比較検討を行った。

2. ディープビームの載荷実験

図-1に供試体形状を表-1に供試体諸元を示す。今回の解析では $a/d(0.5, 1.5)$ をパラメータとした実験をモデル化することによって a/d の影響の評価を行った。実験では a/d が小さくなるにつれて耐力の増加は確認できた。破壊形態は、No.1($a/d=1.5$)供試体では載荷初期段階でスパン中央部に曲げひび割れが発生し、その後せん断ひび割れのみが進展する斜め引張せん断破壊に至り、No.2($a/d=0.5$)供試体では支承版中央から載荷版方向に大きなせん断ひび割れが進展し、その後載荷版直下でコンクリートが剥離し、圧縮せん断破壊に至った。

3. 解析手法と解析結果

本解析には2次元弾塑性有限要素法解析を用いた。載荷条件は載荷板位置で鉛直方向に等分布荷重を与え、支持条件は支承版部で鉛直方向を固定、水平方向を可動とし、対称性を利用して供試体中央で水平方向を固定とした。図-2にNo.1,2モデルの鉛直荷重とモデル中央下部の鉛直変位の関係を示す。No.1モデルは実験とほぼ同様な曲線を描いたが、No.2モデルは実験と異なる曲線を描いた。

図-3に解析における最大荷重時での引張ひずみ分布を、図-4に実験における引張ひずみ分布を示す。No.1モデルでは載荷版と支承版を結ぶ線の中央付近で、解析は $9,505(\mu)$ 、実験は $8,728(\mu)$ と引張破壊

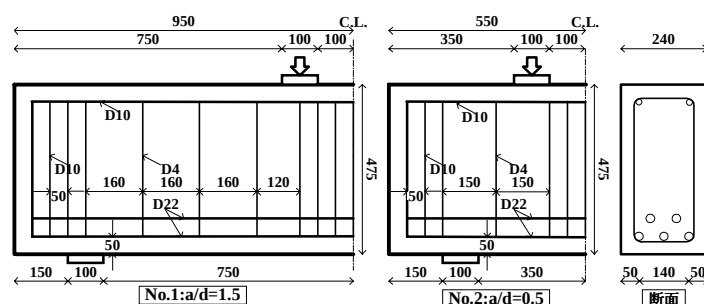


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元

	せん断スパン比 a/d	引張主鉄筋比 $\rho_t(\%)$	コンクリート圧縮強度 $f'_{ck}(\text{Mpa})$	実験の最大荷重 $P_{exp}(\text{kN})$	破壊形態
No.1	1.5	2.02	29.2	616	斜め引張せん断
No.2	0.5		36.2	1550	圧縮せん断

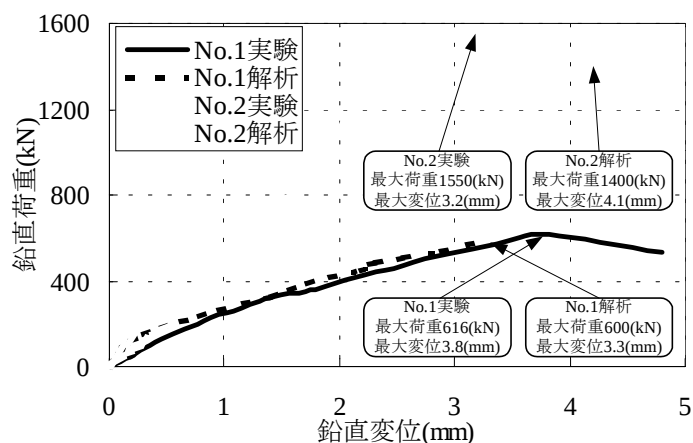


図-2 鉛直荷重-鉛直変位関係

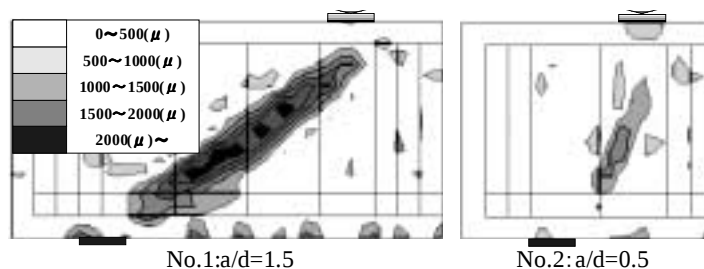


図-3 引張ひずみ分布と矢示図(解析)

キーワード せん断スパン比, ディープビーム, 破壊形態, FEM 解析

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 建設社会工学棟 3F

Tel/Fax 093-884-3123

の目安となる $2,000(\mu)$ を超える大きなひずみが発生している。No.2 モデルでは解析は載荷版と支承版の中央付近に最大 $1,693(\mu)$ のひずみが発生し、実験においても最大で解析と同程度の $1,778(\mu)$ のひずみが発生した。図-5 に解析における最大荷重時での最小主ひずみ分布を、図-6 に実験における圧縮ひずみ分布を示す。No.1 モデルでは最大で、解析は $-2,203(\mu)$ 、実験は $-1,467(\mu)$ と大きな圧縮ひずみは発生しない。No.2 モデルでは解析は載荷版と支承版の付近に最大 $-4,557(\mu)$ 、実験においても最大で $-4,598(\mu)$ と、圧縮破壊の目安となる $-3,500(\mu)$ を超える大きなひずみが発生した。以上のことから No.1 モデルは載荷版から支承版を結ぶ線上で発生している大きな引張ひずみにより、斜め引張せん断破壊に至っていると考えられる。また、No.2 モデルは載荷版または支承版より発生している大きな圧縮ひずみにより圧縮せん断破壊に至っていると考えられる。

図-7 に図の上に示す位置でのせん断補強筋ひずみの各荷重での値を、図-8 に圧縮ひずみ状況の比較を示す。せん断補強筋ひずみの比較より、No.1 モデルでは「2」の位置で降伏ひずみである $1,800(\mu)$ を超えていることから、せん断補強筋が降伏している。このことから、実験と同様に載荷版と支承版を結ぶ線上で引張せん断破壊が起きたと考えられる。また、圧縮ひずみの比較より、No.2 モデルでは解析で「5」の位置、実験で「6」の位置で圧縮ひずみが $-3,500(\mu)$ を超えていることや破壊状況から実験と同様に、載荷版または支承版付近の圧縮力卓越による圧縮せん断破壊が起きたと考えられる。

4. まとめ

a/d の小さい梁部材の FEM 解析より以下のことが分かった。

- (1) $a/d=1.5$ の梁部材では、載荷版から支承部を結ぶ方向に垂直な引張ひずみが卓越する事で斜め引張せん断破壊を起こす。
- (2) $a/d=0.5$ の梁部材では、載荷版から支承部を結ぶ方向に大きな圧縮ひずみが卓越する事で圧縮せん断破壊を起こす。

参考文献：

- 1) 梅本洋平, 幸左賢二, 西岡勉, 小林寛：スターラップを有するディーブビームのせん断挙動に関する実験的検討, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2003.3, V-42, A-544

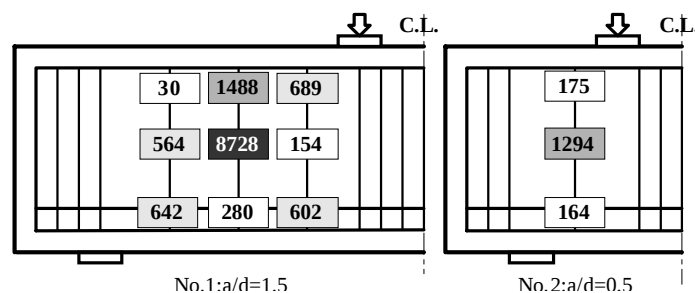


図-4 引張ひずみ分布 (実験)

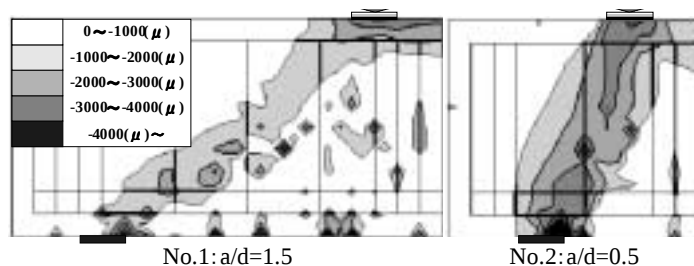


図-5 圧縮ひずみ分布 (解析)

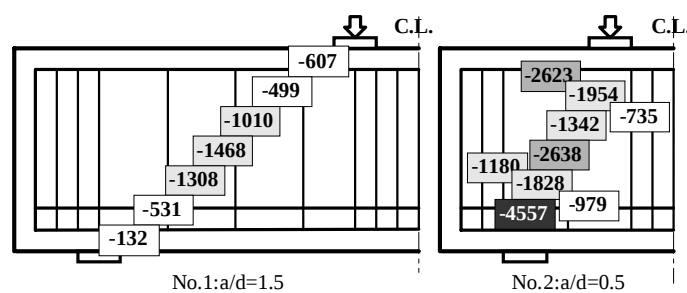


図-6 圧縮ひずみ分布 (実験)

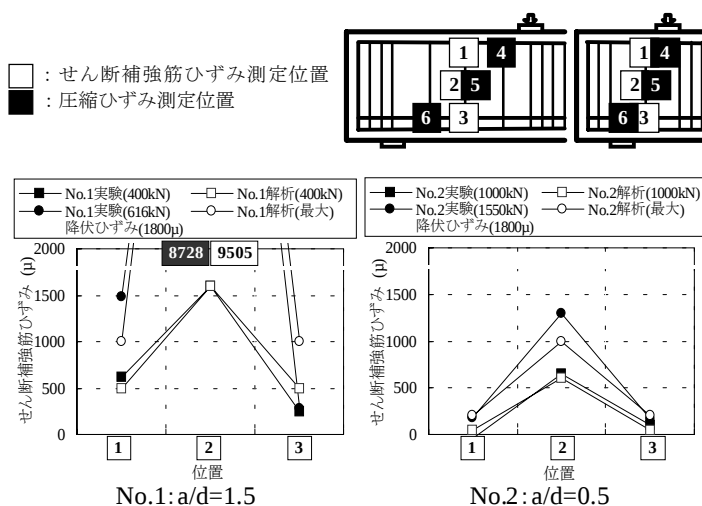


図-7 せん断補強筋ひずみ

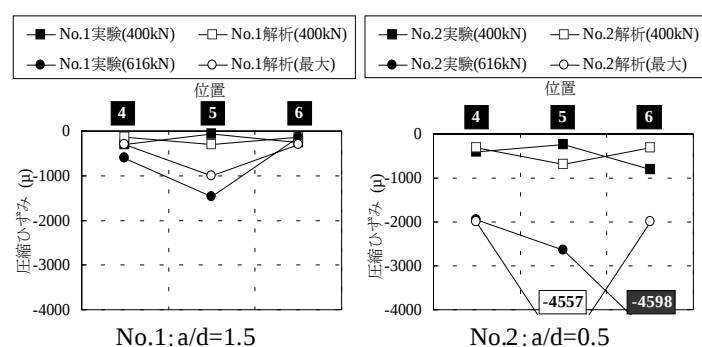


図-8 圧縮ひずみの比較