# RC ディープビームの寸法効果に関する解析的検討

九州工業大学大学院	学生会員	○内田悟史	九州工業大学	正会員	幸左賢二
阪神高速道路	正会員	西岡勉	阪神高速道路	正会員	小林寬

#### 1. 研究背景および目的

せん断スパン比(a/d)が 2.5 以上である通常の RC 梁部材は、寸法効果の有無によりせん断耐力が大きく異なること が指摘されている.一方、a/d が 2.5 以下のディープビームでは、寸法効果を対象とした実験例が極めて少なく、か つ寸法効果の発生メカニズムについては不明な点が多い.そこで、本研究では有効高さ d を実験室レベルの 300mm から実大寸法である 1400mm に変化させた実験および FEM 解析を実施し、寸法効果の発生原因について検討した.

## 2. 実験概要および結果

表-1 に実験供試体諸元を示す. せん断スパン比は 1.5 と一定とし, せん断補強筋を配置しない場合の寸法効果を評価するため, 有効高さ dをパラメータとした実験を行った. また, 寸法効果に載荷板幅 r の影響が生じないように, r/d は 0.25 と一定としている. 図-1 に供試体形状と計測器の配置図を示す. 圧縮ストラットのコンクリートひずみを測定するため, アクリルバーを設置し, ひずみゲージを貼り付けている.

図-2 に終局時のひび割れ性状を示す.図に示すように斜めひび割れが 進展し,最終的に載荷板下のコンクリートが局部圧壊するパターン(パタ ーン 1)と,進展した斜めひび割れとは別の割裂ひび割れがストラット内 に生じ,破壊に至るパターン(パターン 2)がみられた.全 15 供試体を通 じて 2 つの破壊性状がみられ,ストラットの圧縮破壊により終局に至っ たと考えられる.

図-3 に 0.95P<sub>max</sub>時における載荷板下のアクリルひずみ分布を示す. 図より, B-10R2 供試体の測定点 5 のように,他の測定点と比較すると 3 倍以上の非常に大きな圧縮ひずみが分布する点がみられたことから, ストラットには大きな圧縮力が作用していることが考えられる.後述す る FEM 解析では載荷板下で実験と同等のひずみ(パターン 1 では 0.95P<sub>max</sub>時のストラット内の最大ひずみ,パターン 2 では 0.95P<sub>max</sub>時の ストラットの平均ひずみ)が発生した場合を最大荷重と定義する.

### 3. 解析結果

コンクリート構成則に破壊エネルギー則を導入し,固定多方向ひび割 れモデルを用いた FEM 解析を実施した.



キーワード ディープビーム せん断破壊 寸法効果 FEM 解析 連絡先 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学建設社会工学科 TEL 093-884-3123

供試体名	せん断 スパン比 a/d	有効高さ d [mm]	主鉄筋比 P <sub>t</sub> [%]	圧縮強度 f <sup>°</sup> 。 [N/mm <sup>2</sup> ]	
B-10.1		200	2.02	37.0	
B-10.1R		300	2.02	42.3	
B-10			2.02	29.2	
B-10R		400	2.02	23.0	
B-10R2			2.02	37.0	
B-10.2		500	2.02	37.0	
B-10.2R		500	2.02	42.3	
B-10.3	1.5		2.11	37.8	
B-10.3R		600	2.11	31.2	
B-10.3R2			2.11	37.0	
B-13		000	2.07	31.6	
B-13R		800	2.07	24.0	
B-14		1000	1.99	31.0	
B-15		1200	1.99	27.0	
B-16		1400	2.05	27.3	

表-1 宇齢仕試休謝元





図-4 に d=400mm 供試体の実験,解析の荷重-変位関係を示す. 解析結果には各パターンで定義された最大荷重を示している.図よ り最大荷重については解析で実験を概ね評価可能といえる.しかし, 最大荷重以後の挙動は B-10R2 と異なる結果となった.これは,最 大荷重以後,解析が曲げ破壊の挙動になったためと考えられる.図 -5 に最大荷重時における載荷板下のひずみ分布を示す.両破壊パタ ーン共にひずみのピーク値については同様の傾向がみられた.しか し,パターン1(実験)でみられるような局所ひずみの進展は解析では みられなかった.図-6 にせん断強度-有効高さ関係を示す.両破壊 パターンで,せん断強度は解析値で d<sup>-0.3</sup>,実験値で d<sup>-0.5</sup> に比例して 減少する結果となった.パターン1 の解析値は実験との減少傾向は 異なるものの,強度については実験値とよい対応がみられた.一方, パターン2 の解析値は小型供試体で,実験値ほど寸法効果が生じて いない.

## 4. せん断負担領域に関する考察

実験結果の破壊性状から、ストラットの圧縮力負担領域の考察を 行った. せん断ひび割れ開口後、最大荷重時にはコンクリート負担 分  $V_c$ のみでせん断力を負担すると考えられる. そこで、図-7 に示 すようにストラット断面の平均応力  $\tau_{mean}$ を用い、作用力と抵抗断面 力のつり合いからストラット幅  $W_p$ を算出した.

算出された実験および解析の  $W_p$ と有効高さ関係を図-8 に示す. ここで、 $W_p$ は供試体寸法の違いを考慮して比較するため、各供試体の載荷板幅 r で除すことで無次元化し、載荷板幅に対する相対的な応力分布幅として比較した.図より実験および解析共に有効高さの増加に伴い $W_p$ /rが減少することが確認できる.以上より、寸法の増加に伴い応力分布領域が減少することから、ストラットの圧縮力負担領域が減少するといえる.

### 5. まとめ

- (1) 有効高さが400mmから1200mmのディープビームを対象とした実験および FEM 解析を実施した結果, せん断応力度が実験でd<sup>-0.5</sup>, 解析でd<sup>-0.3</sup>に比例して減少する寸法効果がみられた.
- (2) 寸法効果の発生した原因としては、供試体寸法の増加と共に ストラットの圧縮力負担領域が減少することが考えられる.

