

## RC 床版の押し抜きせん断破壊挙動に関する3次元非線形解析

石川島播磨重工業株式会社 正会員 河野 豊  
 石川島播磨重工業株式会社 正会員 塩永 亮介  
 石川島播磨重工業株式会社 正会員 師山 裕

### 1. まえがき

近年コンクリート構造物は軽量化および美観などからスリム化され、より複雑な構造物となってきた。またこれらコンクリート構造物を設計する上で限界状態の照査が必要であり、その照査ツールの一つである非線形 FEM 解析の需要が増加してきている。従来コンクリートの非線形 FEM 解析では2次元平面応力場での解析が多く適用されてきたが、3次元非線形解析についてはそれほど多くの適用例は見あたらない。この3次元非線形 FEM 解析技術の適用性および精度を検証するために、RC 床版の押し抜きせん断破壊挙動を対象構造に選定し、解析プログラムの適用性および精度についての検討結果を報告する。

### 2. 実験概要と解析モデル

解析の対象とした試験体概要を図1に示す。試験体寸法は1350×1350(mm)、厚さはRC床版の最小版厚160(mm)の版供試体である。試験体は3種類用意し、試験体 TYPE1-1 (図1) は引張鉄筋比0.98%の等方性版で、試験体 TYPE1-2 は図1の試験体 TYPE1-1 に図面上 Y 方向引張鉄筋を2倍の1.85%とした異方性版で、試験体 TYPE2-2 は引張鉄筋比1.85%とした等方性版である。荷重方法はスパン1200×1200 (mm)の4辺にゴムシートを挟み鉛直方向を拘束し、中央部分に150×150 (mm)荷重治具を配置し、静的荷重試験を行った。試験はすべて押し抜きせん断破壊で耐力を失う結果となった。

解析モデルについては、版厚方向を4分割、長手方向を18分割で要素分割し、コンクリートは3次元8節点ソリッド要素で、鉄筋はコンクリート要素に完全固定させた棒要素でモデル化した。解析で荷重部分の接点に荷重すると、コンクリートが局部圧縮破壊する可能性があるため荷重版(150×150mm)についてもモデル化した。本解析にはコンクリート3次元非線形 FEM 解析プログラム「ATENA 3DBA」(RCCM)を使用し、コンクリートの材料定数は圧縮試験により圧縮強度、ヤング率およびポアソン比を、割裂試験により引張強度を求め入力値とした。破壊エネルギーは0.1(N/mm)とした。鉄筋については鉄筋の引張試験を行い、ヤング率および降伏応力を求め、バイリニアで近似した。解析手法はNewton-Raphson法で荷重版部分に強制変位を与え収束計算を行った。

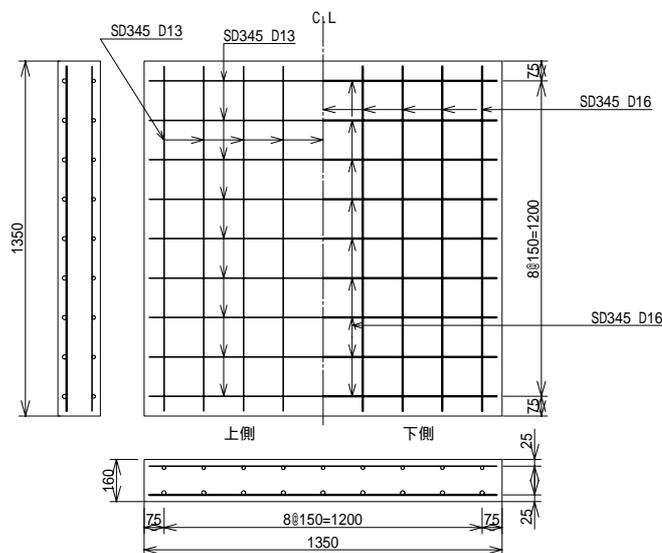


図1 試験体 TYPE1-1

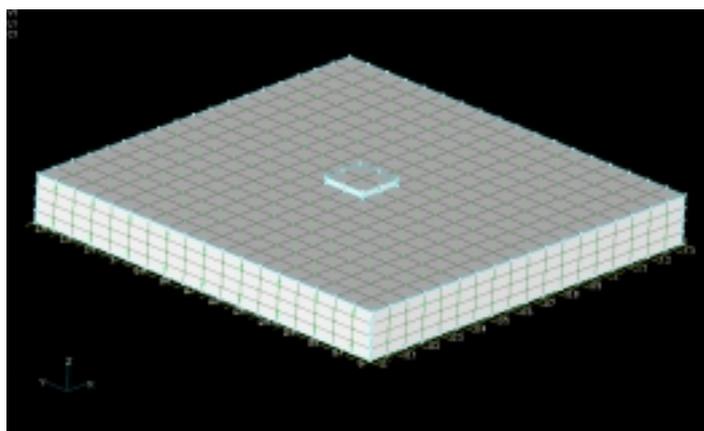


図2 解析モデル

キーワード：RC 床版、非線形解析、押し抜きせん断破壊

連絡先：〒235-8501 横浜市磯子区新中原町1番地 TEL 045-759-2864 FAX 045-759-2208

### 3. 解析結果と考察

実験と解析結果の比較として、その荷重と床版下面中央点での変位の関係を図3に示す。なお図中に示した設計値と記した直線はコンクリート標準示方書より求まるRC版の押し抜きせん断耐力である。試験結果については荷重値約50(kN)で床版下面にひび割れが発生し剛性低下を示し、その後斜めひび割れが載荷板から放射状に斜め方向に発生し押し抜きせん断破壊を呈した。（図4：破壊試験体を切断し撮影した破壊面写真）試験ケースについては鉄筋比が多くなるにつれ押し抜きせん断破壊による最大荷重が増加しているのがわかる。試験結果は設計値と比較して約20%増の結果となった。なお試験体TYPE1-1とTYPE1-2の引張鉄筋最大荷重の直前に降伏していた。一方解析結果については荷重値約150(kN)でひび割れが発生し、最終的に押し抜きせん断破壊し（図5：中央断面の変形+ひずみコンター図）、最大荷重は実験結果の10~20%増と実験結果の最大荷重および破壊モードをシミュレートできた。荷重変位関係の傾きについては解析結果の変形量が小さい結果となったが、実験結果での鉄筋のひずみ分布から類推すると鉄筋の付着滑りが発生し、それによる変形が生じていることが考えられる。

### 4. まとめ

- 1) 3次元非線形FEM解析でRC床版の押し抜きせん断耐力をおおよそ捉えることができた。
- 2) RC床版の押し抜きせん断破壊形式をシミュレートすることができた。
- 3) 今後、本解析手法での変形についての精度向上を目指し、限界状態設計で利用できるツールにする。

#### 【参考文献】

- 1) 岡村甫・前川宏一：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則（技報堂出版）
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書（設計編）H8年度制定

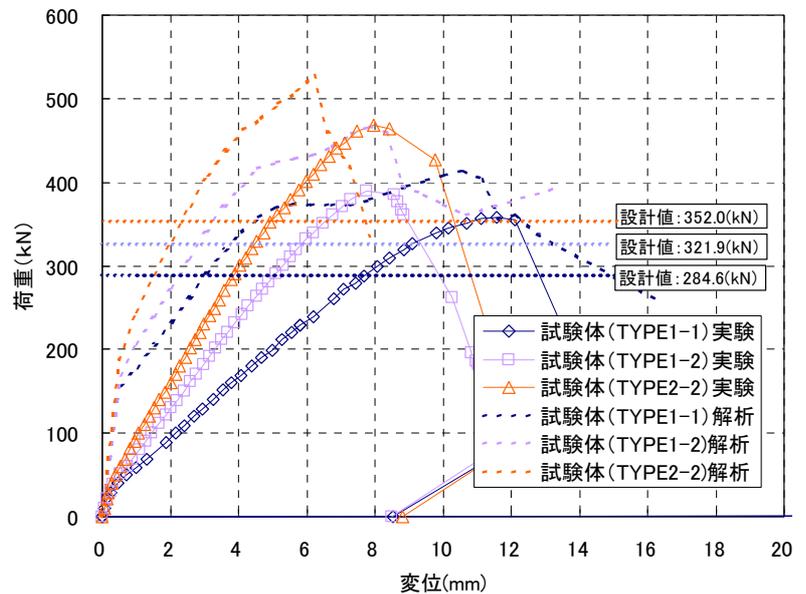


図3 実験結果と解析結果の比較



図4 押し抜きせん断破壊面写真

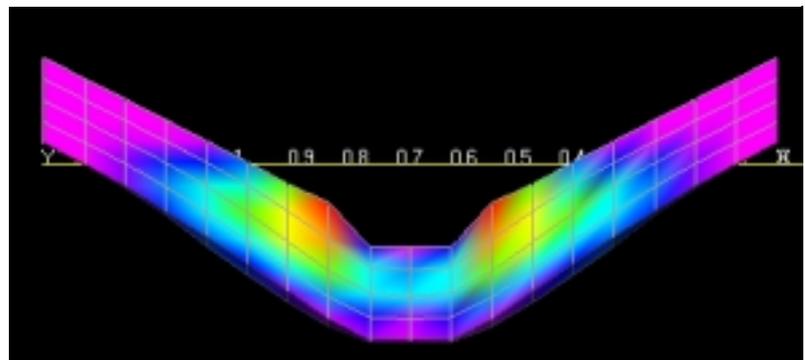


図5 中央断面における変形+ひずみ分布図