

拘束圧が RC 版の押抜きせん断耐力に及ぼす影響とその解析的評価

防衛大学校 学生会員 ○板垣 端

防衛大学校 学生会員

佐藤 匡浩

防衛大学校 正会員

藤掛 一典

1. はじめに

鉄筋コンクリート(RC)版部材に落石のような比較的重量のある剛な衝突体が低速度で衝突した場合には、主に押抜きせん断破壊が問題になることが多い。したがって、RC版の耐衝撃性を向上させるためには、RC版の押抜きせん断耐力を大きくすることが有効であると考えられる。一般に、コンクリートに拘束圧を導入すると圧縮強度やじん性が向上することが知られている。そこで本研究では、図1のようにRC版に拘束圧を導入することでRC版の押抜きせん断耐力がどのような影響を受けるのかを実験と解析により調べることにした。

2. RC版の押抜きせん断破壊実験

図2に実験で用いるRC版試験体を示す。試験体は1200×1200×120mmの寸法を有しており、鉄筋にはD10を使用した。コンクリートの一軸圧縮強度は40MPa、鉄筋の降伏強度は366MPaであった。試験体に拘束圧を導入する場合には、図3に示すPC鋼棒と加圧体から構成される加圧装置を用いた。実験では、①無側圧(LP0)、②1方向のみ(LP1)にH・M・Lレベルの側圧を導入、③2方向(LP2)にH・M・Lレベルの側圧を導入したパターンについて、それぞれ2~3ケース(S1~S3)ずつ行った。導入拘束圧は0、1.67MPa、4.44MPa及び9.67MPaとした。試験体名は、1方向に高レベルの側圧を加えた1ケース目の試験体の場合、LP1H_S1と呼称する。なお、RC版の押抜きせん断実験ではRC版の中央で150×150(mm)の正方形断面を有する鋼製載荷版を介して載荷した。

3. RC版の非線形有限要素解析

RC版の押抜きせん断破壊挙動の解析には、RC部材の解析で定評のあるATENA Ver.5.6を用いた。コンクリートの構成モデルには3D Nonlinear Cementitious 3を用い、既往の2軸および3軸圧縮強度に整合するように各物性値を表1のように決定

するとともに回転ひび割れモデルを適用した。また、鉄筋の構成モデルには弾塑性モデルを適用した。なお、解析では、載荷試験の対称性を考慮して図4に示すように1/4の部分をモデル化するものとした。

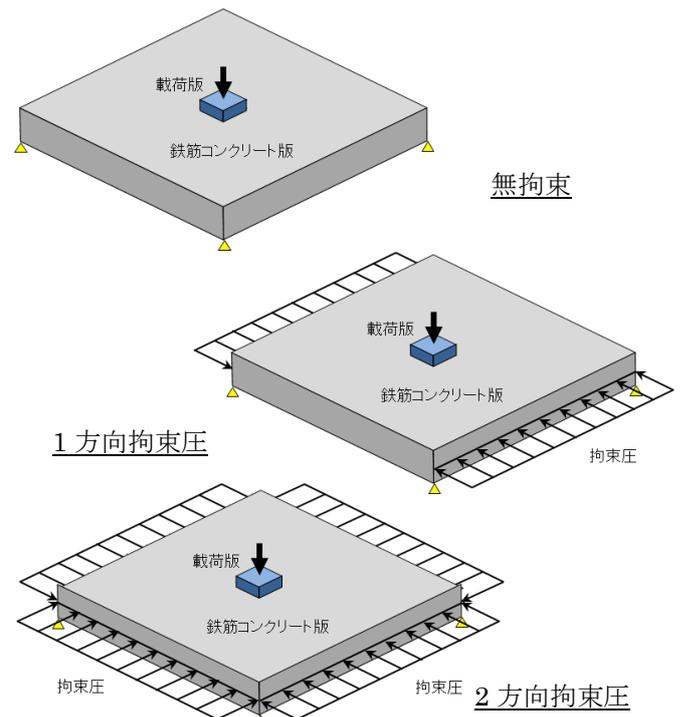


図1 拘束圧を導入したRC版の押抜きせん断試験

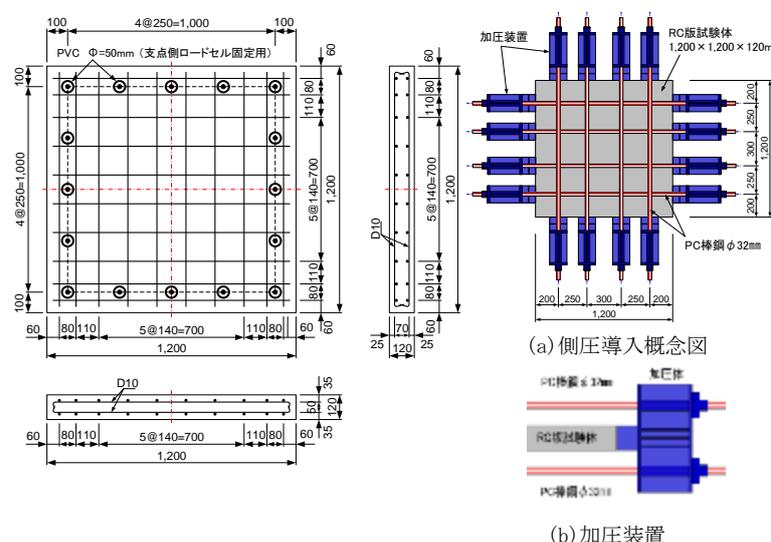


図2 試験体

図3 加圧装置の概略

キーワード RC版, 押抜きせん断耐力, 拘束圧, 非線形有限要素解析

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校理工学研究科 TEL. 046-841-3810

4. 実験及び解析的検討結果

(1) 荷重 - 変位関係

図 5 に実験及び解析により得られた荷重 - 変位関係の例を示す。これらから、実験結果と解析結果は概ね一致することが分かる。また、拘束圧が大きくなると押抜きせん断耐力は増加する傾向を示すことが実験・解析結果ともに認められる。したがって、本解析は、実験結果を再現できていると考えられる。

(2) 有効拘束圧 - 押抜きせん断耐力関係

本研究では、次式で計算される面内 2 方向に作用する拘束圧の平均値を有効拘束圧と定義する。

$$\sigma_{eff} = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2 \quad (1)$$

ここで、 σ_{eff} = 有効拘束圧、 σ_1 、 σ_2 = 直交する面内 2 方向に作用する拘束圧である。よって、1 方向のみに拘束圧を作用させた場合の有効拘束圧は、作用拘束圧の 50% の値となる。

図 6 に有効拘束圧と押抜きせん断耐力の関係を示す。この図から押抜きせん断耐力は有効拘束圧に比例して増加することが分かる。

5. おわりに

- (1) RC 版に拘束圧を導入することにより押抜きせん断耐力は大きくなる。
- (2) 押抜きせん断耐力と有効拘束圧の間には線形関係が存在する。

表-1 コンクリート構成モデルの物性値

物性項目	物性値
圧縮強度 f'_c	40MPa
弾性係数 E_c	30,011N/mm ²
ポアソン比 ν	0.2
引張強度 f_t	2.906 MPa
引張強度の拡大係数 λ_t	1.376
偏心率 e	0.5198
特性塑性ひずみ ϵ	8.00e-04
軟化曲線の勾配 t	2.67e-03
破壊エネルギー G_F	79.2N/m

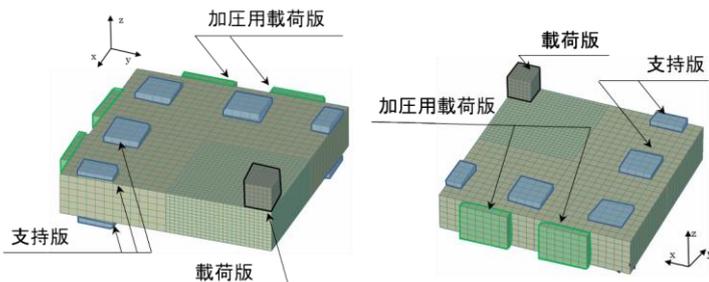
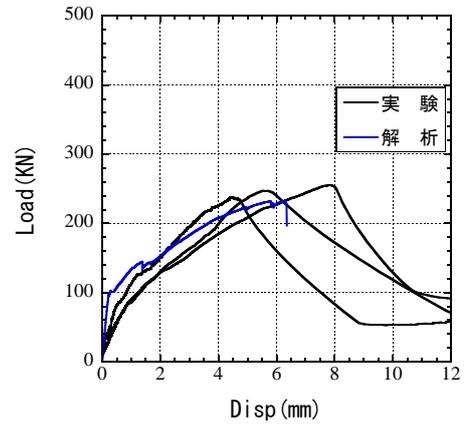
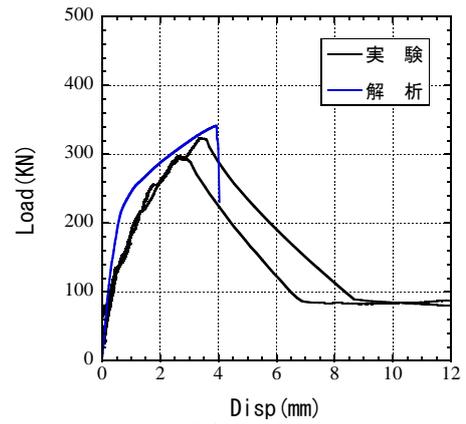


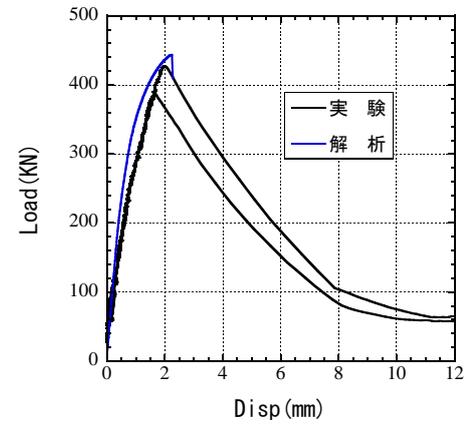
図 4 解析モデル



(a) A_LP0



(b) A_LP1H



(c) A_LP2H

図 5 荷重 - 変位関係

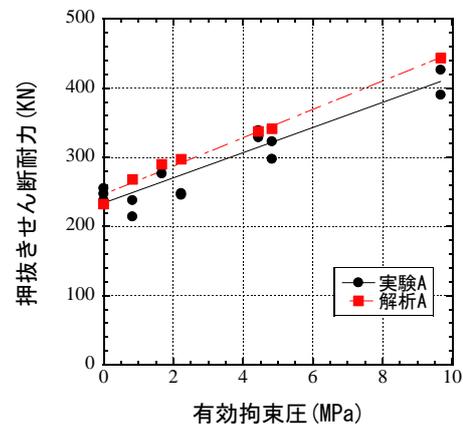


図 6 有効拘束圧 - 押抜きせん断耐力関係