

RBSM によるせん断補強鉄筋を有する RC スラブの押抜きせん断破壊解析

法政大学 正会員 ○山本 佳士

清水建設（株） 正会員 原 紘一朗，小倉 大季，吉武 謙二，大野 広志，荒木 尚幸

1. はじめに

国内の規準において，せん断スパン比が小さい RC スラブの設計押抜きせん断耐力の照査では，現状，せん断補強筋の効果は考慮されていない．海外案件で様々な条件下で新たな構造を採用するケースが増えている中で，合理的な設計が行えないケースも想定される．一方，既往の研究では，上記のような RC スラブの押抜きせん断耐力に関する検討は行われているものの試験数は十分ではない．以上のような背景から著者らは，せん断スパン比が小さい領域でせん断補強筋比を変化させた RC スラブの押抜きせん断載荷試験を実施した¹⁾．本研究では，今後数値解析によりメカニズムの解明および試験条件の補間等を実施するその前段階として，著者らが実施した試験を対象に数値解析を行い，提案する手法の妥当性を確認することを試みた．

2. 解析手法の概要

RC スラブの破壊解析には，ひび割れ，ひび割れ面のせん断伝達等の不連続挙動の再現が得意な，Voronoi 分割を用いた剛体バネモデル（RBSM）を適用する．RBSM は対象を剛体要素と要素間バネの集合体として仮定する手法である．要素間に分布する垂直バネおよびせん断バネのエネルギーを評価して要素剛性方程式を導出する．バネに非線形構成モデルを導入することで，比較的簡便に不連続挙動を再現することができる．鉄筋のモデル化にはトラス要素を用いた．トラス要素と剛体要素は鉄筋軸方向および鉄筋軸直交方向のバネからなるリンク要素を介

表－1 試験体諸元

供試体名	厚さ mm	有効高さ mm	せん断 スパン比	せん断 補強筋 %	軸方向鉄筋 (主筋比%)
No.1 ¹⁾	500	466	0.92	0.15	縦:D10-@50 (0.3) 横:D13-@50 (0.5) USD685を使用
No.2 ¹⁾				0.33	
No.3 ¹⁾				0.59	
No.3 ³⁾	400	360	1.56	0.0	D19-@70 (1.14)
No.4 ³⁾				0.36	
No.5 ³⁾				0.73	

して結合している．適用したバネの構成モデルの詳細は参考文献を 2)を参照されたい．使用した構成モデルは最大粗骨材寸法程度の要素寸法程度を用いることで軟化，破壊局所化領域などを含むコンクリートの各種応力下の応力－ひずみ応答を再現できることが確認されている．

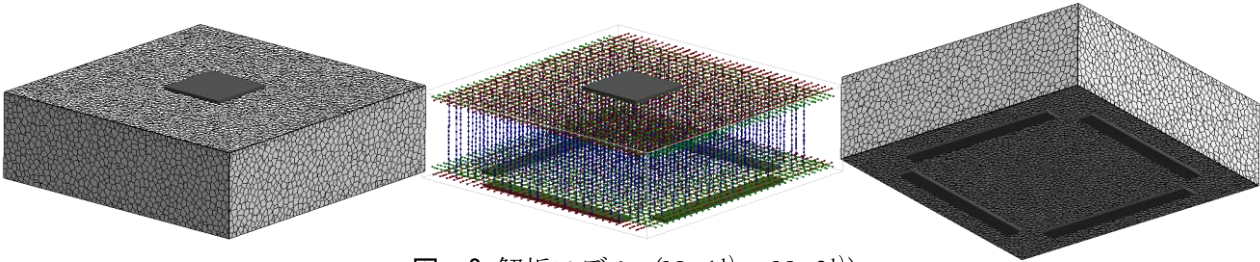
3. 試験概要^{1), 3)}

表－1 に試験体の諸元を示す．対象は，著者らの試験に加え参考文献 3)の RC スラブのせん断載荷試験も対象とした．紙面の都合上，試験体諸元および載荷条件の詳細は，参考文献 1)および 3)を参照されたい．

4. 解析および試験結果の比較

図－2 に解析モデルを示す．平均要素寸法は 30 mm である．載荷は載荷板要素を変位制御することで実施している．

図－3 に解析および試験により得られた最大荷重およびせん断補強筋比の関係を示す．図より，試験ではそれぞれのせん断スパン比のケースで，せん断補強筋比が増加するにつれて耐力が増加する様子が確認された．解析はせん断スパン比が小さいケースで



図－2 解析モデル（No.1¹⁾ ～No.3¹⁾）

キーワード 押抜きせん断破壊，RC スラブ，せん断耐力，RBSM

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学デザイン工学部都市環境デザイン工学科 TEL 03-5228-1443

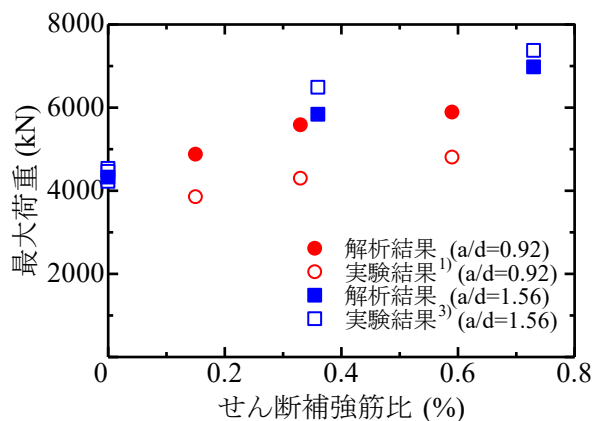


図-3 最大荷重－せん断補強筋比関係

耐力をやや大きく評価しているものの定性的にはせん断補強筋の影響を再現している。

図-4 にはスラブ中央断面におけるひび割れ性状および底面の破壊性状を示す。解析は、試験により得られたひび割れ角度等の性状および底面のひび割れの分散性等を再現していることが分かる。また試験において、せん断補強筋比が大きい No.3¹⁾ で、斜めひび割れが貫通せず、また、図-4 中の写真のように切断面上の左側にひび割れが目視で確認できない。解析でも同様に、せん断補強筋比が大きいケースで斜

めひび割れが分散しており、供試体を貫通せず、ひび割れ幅が小さくなる傾向が観察された。

5. 結論

解析は、1 以下を含むせん断スパン比が小さいケースにおいても、せん断補強筋比の増加に伴い耐力が増加する挙動を再現していた。また、試験で観察されたひび割れ、破壊性状も概ね再現していた。今後は実験では難しい詳細な内部の応力分布、ひび割れ性状の評価を行い、抵抗機構を解明するとともに実験条件の補間等を実施する予定である。

参考文献

- 1) 原紘一郎, 吉武謙二, 小倉大季: フラットスラブ構造の押抜きせん断挙動に及ぼすせん断補強鉄筋量の影響, 土木学会第 76 回年次学術講演会講演概要集, 2021.
- 2) Yamamoto, Y., Nakamura H., Kuroda I. and Furuya N.: Crack propagation analysis of reinforced concrete wall under cyclic loading using RBSP, European Journal of Environmental and Civil Engineering, 18(7), pp.780-792, 2014.
- 3) 熊谷仁志, 貫井泰, 今井昇, 寺山武志: RC 基礎スラブの面外せん断耐力に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.55B, pp.323-330, 2009.3

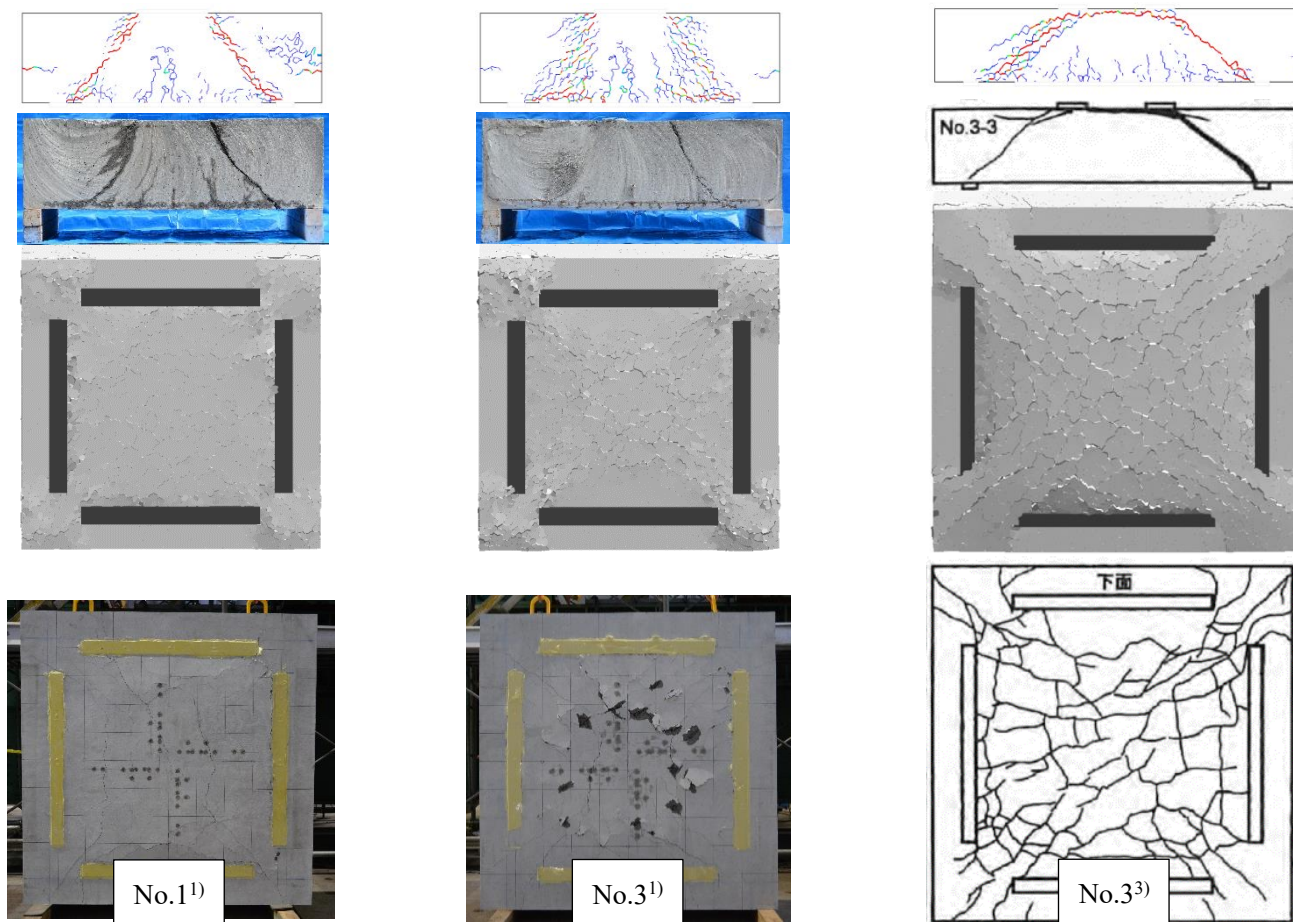


図-4 ひび割れ性状（解析は最大荷重時）および破壊性状の比較