

ALCブロックを用いた組積体の材料特性と組積壁の面内せん断性状に関する実験的研究
その13：FEM解析を用いたALCブロック組積体の圧縮・せん断特性に関する基礎的研究

正会員 ○小山 遥加*1 同 横田 誠*1
同 高島 健史*2 同 中村 亮太*3
同 杉本 訓祥*4 同 田才 晃*5

組積造 ALC プリズム
FEM解析

1. はじめに

近年の研究¹⁾により、ALCブロック組積造の構造性能の解明が進んでいるが、耐力壁を対象とした非線形領域までの解析的研究は進んでいない。今後様々な耐力壁に対応させるためFEM解析を用いた評価を可能とする必要があると考えられる。本研究では、基本構造特性把握のためにこれまでに行われた圧縮・せん断実験を対象に、FEM解析ソフトFINALを用いて非線形領域までのFEM解析を行う。

2. プリズム圧縮試験体の非線形FEM解析

2.1 既往圧縮試験概要¹⁾

試験体形状を図1に示す。载荷にはアムスラー型万能試験機を用い、測定項目は荷重と軸方向変形とした。

2.2 プリズム圧縮解析概要

使用部材の材料特性値を表1に、解析モデル形状・寸法を図2に示す。表1中の圧縮強度・ヤング係数は既往圧縮試験から得たものである。ブロックには内部鉄筋が様に配筋されているものとし、下記の4つの条件を組み合わせプリズムのモデル化を行った。

1. 材料の扱い(均一/不均一):ALCとグラウトそれぞれを忠実に再現した不均一なモデル(T1)、組積体を一様な均一材料としたモデル(T2)
2. 隙間の有無:シーリング材によるブロック間の隙間あり(C)、隙間なし(NC)
3. 载荷方法:Z方向に要素一様分布荷重による5.0N/mm²の载荷(UE)、強制変位による2.0mmの変位(FN)
4. 破壊条件: Ottosenの4パラメータモデル²⁾を用いたモデル(RW)、一軸圧縮強度を保持するモデル(RN)

2.3 解析結果

図3に隙間の有無が等しいものをひとつにまとめた解析結果を試験結果と比較して示す。

T1モデルや、隙間を再現したモデル(C)では試験結果と剛性が一致しておらず、T2モデルで隙間を無視したモデル(NC)の適合性が良い。また、要素一様分布荷重での载荷(UE)では、最大荷重後の応力度低下が表現できていないため、強制変位による载荷(FN)が適切であると考えられる。

さらに、一軸圧縮強度保持のモデル(RN)では最大荷重後急激に応力度低下するため、拘束応力により最大強度が

上昇する現象を考慮するモデル(RW)が良いと考えられる。

以上より、均一材料を用い隙間を無視し、Ottosenの4パラメータモデルを適用した強制変位を行うモデル(T2-NC-FN-RW)が適切であると考えられる。

表1 使用材料の材料特性値

| 試験 | 部位 | 材料 | 強度 (N/mm ²) | ヤング係数 (kN/mm ²) | ポアソン比 |
|----|----------|---------|-------------------------|-----------------------------|-------|
| 圧縮 | ブロック | ALC(37) | 3.3 | 1.71 | 0.2 |
| | グラウト | NMH | 42.4 | 17.6 | 0.2 |
| | ブロック+充填材 | 均一材料 | 2.8 | 1.31 | 0.2 |
| 引張 | 内部鉄筋 | SWM-B | 686 | 214 | — |

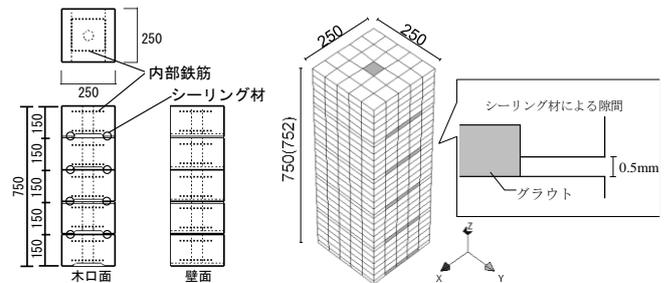


図1 試験体形状

図2 解析モデル形状・寸法

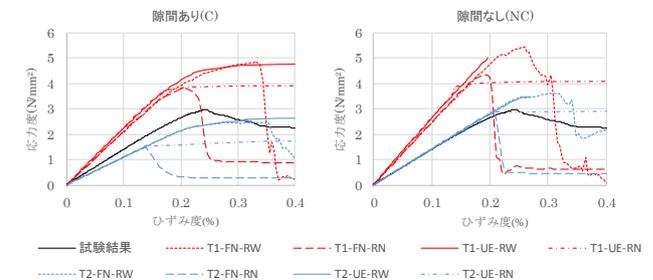


図3 解析結果

3. プリズムせん断試験体の非線形FEM解析

3.1 既往せん断試験概要¹⁾

試験体形状・寸法を図4に、試験方法を図5に示す。プリズム圧縮試験と同じ材料を用いるとともに、アムスラー型万能試験機により载荷した。

3.2 プリズムせん断解析概要

载荷方法とせん断変形の模式図を図6に、試験体形状を図7に示す。プリズム圧縮解析の結果より、隙間のない均一材料モデルとし、引張強度を変動因子として2ケース(S1,S2)の解析を行った。すなわちS1では、引張強度をコンクリート材料で用いられる手法により、圧縮強度の関数として与えることとし、S2では、プリズムせん断試験で

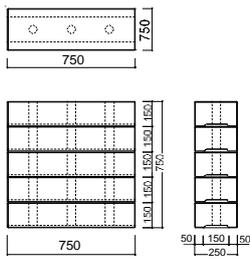


図4 試験体形状・寸法

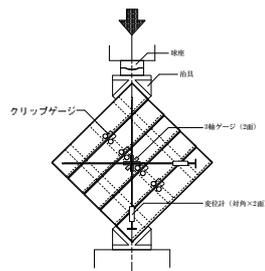


図5 試験方法

得られたせん断強度を用いることとした。なお、圧縮強度は前章の均一材料の値を用いた。プリズムせん断試験の治具は四辺形要素(厚さ 30mm の鉄板)でモデル化し、四辺形要素が接する六面体要素のみ弾性要素とした。ブロックには内部鉄筋が一様に配筋されているものとし、破壊条件は Ottosen の 4 パラメータモデル²⁾とした。左上端に XZ 方向載荷し、プリズムの右下端部は XYZ 方向に変位拘束した。

3.3 解析結果

解析結果を試験結果と比較して図 8 に示す。初期剛性は一致したが、せん断ひずみ度 0.05% 付近の剛性低下は再現出来ず、最大せん断応力度は試験結果と対応しなかった。

3.4 解析モデルの検討

プリズム試験より得られた圧縮強度やせん断強度には、内部鉄筋などの影響が含まれるため、素材の材料特性を与えるモデル化が必要だと考えられる。プリズム圧縮解析の T2-NC-FN-RW モデルにおける最大応力度を 2 割低減させると、試験結果の最大応力度とよく対応することから、プリズム圧縮試験より得られた圧縮強度 2.8 N/mm² を 2 割程度低減させ 2.2 N/mm² とした。また、プリズムせん断試験においては、最初のひび割れはせん断応力度 0.06N/mm² 付近から発生している。この値は平均せん断応力度であり、 $\tau_{ave} \times 1.5 = \tau_{max}$ よりせん断強度 0.09 N/mm² 程度が適切であると考えられるため、この値を用いて引張強度を 0.09 N/mm² とした。上記のように材料特性を小さくしたモデルを S3 としてケーススタディを行った。ここでは、コンクリート材料のテンションスティフニング特性やひび割れ後のせん断伝達特性を下記のように様々なモデルに変更した。テンションスティフニング特性(以下 TM)

TM1 : cut off モデル (ひび割れ後は応力零)

TM2 : 出雲らのモデル³⁾

ひび割れ後のせん断伝達特性(以下 GM)

GM1 : せん断伝達無し (せん断剛性零)

GM2 : 長沼の提案モデル²⁾

3.5 解析結果

解析結果を試験結果と比較して図 9 に示す。いずれも 0.1~0.2% 以降で不安定となるが、過大評価する S2 に対して S3 がよく対応した。さらに、圧縮・引張強度を S3 と同等としたプリズム圧縮解析も試験結果とよく対応する結果となった。(図 10)なお、同図は TM1、GM2 の結果を示す。

*1 横浜国立大学大学院 修士課程

*2 旭化成ホームズ 修士 (工学)

*3 えびす建築研究所

*4 横浜国立大学大学院 准教授・博士 (工学)

*5 横浜国立大学大学院 教授・博士 (工学)

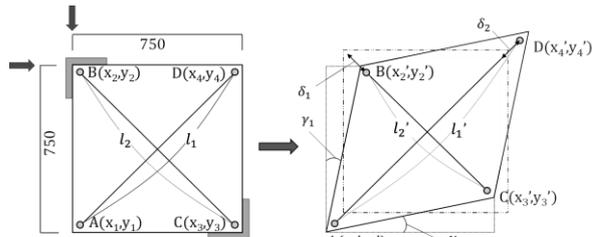


図6 荷重方法とせん断変形の模式図

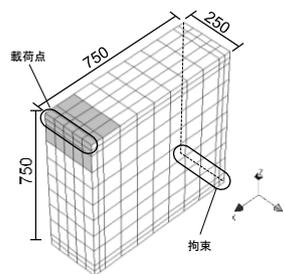


図7 試験体形状

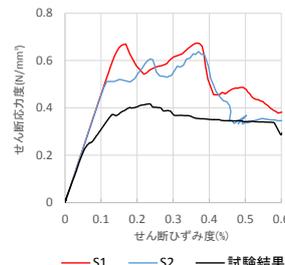


図8 解析結果

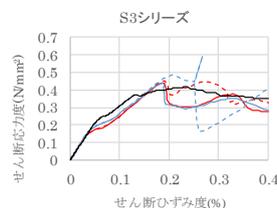
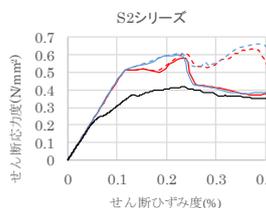


図9 プリズムせん断解析結果

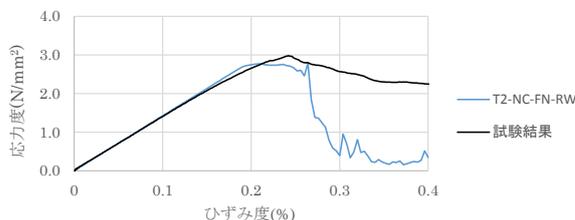


図10 プリズム圧縮解析結果

4. まとめ

- (1) 均一材料を用いた隙間のないモデルとすると剛性が一致した。荷重には強制変位が適している。
- (2) コンクリート材料における、拘束応力による最大圧縮強度の上昇を考慮するモデルは、ALC 材料においても適切であると考えられる。
- (3) プリズム試験より得られた圧縮強度やせん断強度には内部鉄筋などの影響が含まれるため、素材の材料特性を与えるモデル化が必要だと考えられる。

参考文献

- 1) 高島健史他：ALC ブロックを用いた組積体の材料特性と組積壁の面内せん断性状に関する実験的研究その 1~5, 日本建築学会大会梗概集, pp.277-286, 2015.9, 2)長沼一洋：鉄筋コンクリート壁状構造物の非線形解析手法に関する研究(その 1), 日本建築学会構造系論文報告集, 第 421 号, pp.39-48, 1991.3, 3)出雲淳一他：面内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析モデル, コンクリート工学論文, No.87.9-1, pp.107-120, 1987.9

*1 Graduate Student, Yokohama National University

*2 Asahi Kasei Homes Co., M.Eng.

*3 Ebisu Building Laboratory Co.

*4 Assoc. Prof., Yokohama National University, Dr. Eng.

*5 Prof., Yokohama National University, Dr. Eng.