

デボンド X 型配筋を用いた損傷低減型耐震壁の実験的研究  
その7 解析との比較による耐荷機構の検討

正会員

○綿貫 裕基\*

RC 構造  
X 型配筋

耐震壁  
付着

損傷低減  
スラブ支持点

同  
同

五十嵐 泉\*\*  
島崎 和司\*\*\*

1. はじめに

本報(その7)では、前報(その6)に示した壁全体試験体 WX6 と WX7 について、図1に示す想定した耐荷機構モデルを解析と実験により比較、検討したので報告する。

2. 解析概要

2.1 解析モデル

解析方法は3次元有限要素法解析(以下 FEM 解析)とし、解析ソフトは汎用非線形有限要素法構造解析プログラム(以下 ADINA Ver.6)を使用した。解析モデルを図2に示す。両試験体共に対称性を考慮し断面中央で Y 方向に2分割し、その切断面の Y 方向変位を拘束した。要素モデルは、コンクリート要素とグラウト材要素は8節点3次元要素、鉄筋は2節点トラス要素とした。デボンド区間内の鉄筋は壁内で鉄筋とコンクリートの節点をそれぞれ独立として扱い、上スタブと下スタブ内の節点で完全付着とした。また、壁パネル内、スラブ内の鉄筋も完全付着と仮定した。クレビス支持のモデル化はスラブをクレビス取付板と模擬した鉄板要素ではさみ、鉄板要素の節点を使用し点で支持するようにした。

2.2 材料特性

図2(a)にコンクリートの応力度—歪度関係を示す。コンクリートと壁分割部のグラウト材はプログラムに用意しているコンクリートモデルを用いた。図2(b)に鉄筋の応力度—歪度関係を示す。鉄筋はバイリニアモデルとし、降伏後の2次剛性は初期剛性の1/100とした。

2.3 解析方法

加力点を図3に示す。加力は一定軸力 392kN を集中して与え、耐震壁頂部に水平力を加力点延長上の節点増分し、行った。実験のように正負交互に繰り返し作用させるのではなく、片側短調載加での加力の実験を模擬した。

3. 結果

3.1 クラック状況

図4に荷重—変形関係を示す。変形角  $R=1/200$  までは解析値の方が剛性が高い。これは鉄筋を完全付着としたため、鉄筋—コンクリート間の剛性が高くなったと考えられる。 $R=1/100$  から耐力が低下し  $R=1/40$  で解析を終了した。剛性や耐力低下の傾向はやや異なるが最大耐力は概ね実験値と対応している。

図5に変形角  $R=1/100$  時のクラック状況を示す。解析の方では、片側載加で解析を行っているため、モデルの

左側にクラックが生じている

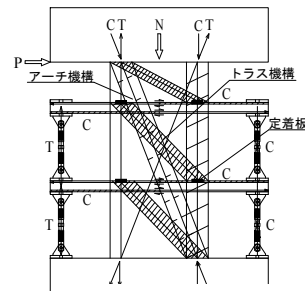


図1 耐荷機構

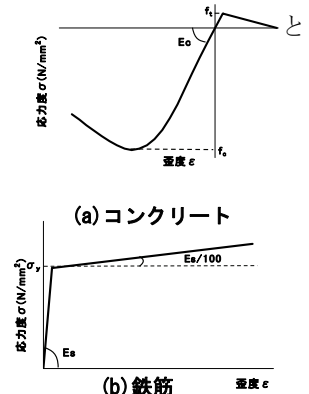


図2 材料特性

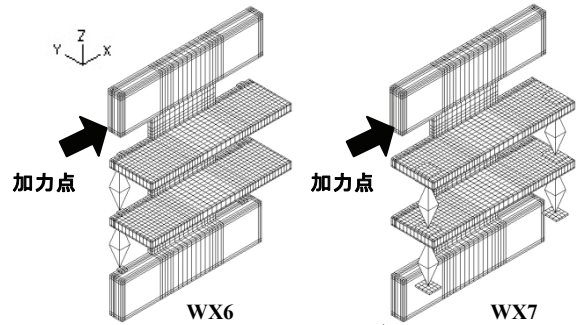


図3 解析モデル

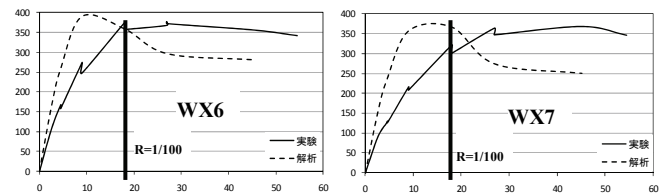


図4 荷重—変形関係

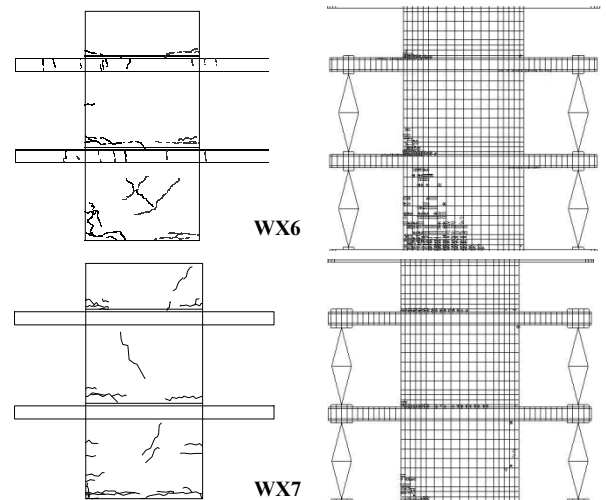


図5 R=1/100時クラック状況

して、両試験体ともに R=1/700 で 1,2,3 層目壁脚部に曲げクラックが発生、R=1/400 で 1,2 層目スラブに曲げクラックが発生した。WX6 は R=1/200、WX7 は R=1/100 で 1,2 層目スラブに捩れクラックが発生し、R=1/100 で両試験体とも 1 層目壁脚部にせん断クラックが発生した。

実験と解析を比較すると、壁パネル内、スラブ内において鉄筋を完全付着と仮定したため、クラックの進行は解析のほうが早期に発生するが、壁分割部での曲げクラック先行、WX6 は 1 層目壁パネル部にクラックが集中する等実験の傾向を捉えている。

図 6 に R=1/100 の主応力図(ベクトル図)、図 7 に R=1/100 の主応力図(コンター図)を示す。コンター図中の濃度が濃い部分が圧縮応力の領域、薄い部分が引張応力の領域である。両図を見てみると、両試験体とも各層の右端部に圧縮応力が集中しており、右端部から鉛直方向と斜め方向に圧縮応力が広がっていることがわかる。水平力を圧縮応力により抵抗することからアーチ+トラス機構が形成されていると考えられる。アーチ+トラス機構が形成されることにより、図 5 に示したクラック図のように解析モデル全体の分散クラックを減少し、壁脚部にクラックを集中させることがわかる。

図 8 に壁ゲージの鉄筋ひずみから推定した壁面に作用する力の大きさをベクトル図で示す。引張力は鉄筋のひずみ×鉄筋ヤング係数×鉄筋断面積、圧縮力は鉄筋ひずみ×鉄筋ヤング係数×鉄筋断面積+コンクリートひずみ×コンクリートヤング係数×コンクリート断面積として求めた。ただし、コンクリートひずみは鉄筋ひずみと同値、コンクリートの断面は鉄筋間隔に相当する断面積とした。図 9 に計算結果を引張、圧縮で示す。両試験体とも左端部の中央縦筋は引張、右端部は圧縮となった。縦筋の値の大小より引張力より圧縮力のほうが大きく、右端付近になるほど大きくなる傾向にある。端部縦筋も同様なことが言え、壁脚部に力が集中していることがわかる。以上より、想定した耐荷機構は実験に沿っていると考えられ、大きさの分布は図 6 に示したコンター図と対応していると考えられる。

#### 4. まとめ

試験体の解析結果は、剛性を除き全体的に実験の傾向を捉えていた。ベクトル図、コンター図より、想定した耐荷機構モデル通り応力が伝達していること、1 層目壁脚部右端に圧縮力が集中し、コンクリートの圧壊を模擬できていると考えられる。今回は、鉄筋とコンクリートの節点を完全付着と仮定したことにより、剛性を高めに評価しているので付着を模擬するためボンドリンク要素を組み込み付着を考慮する必要がある。

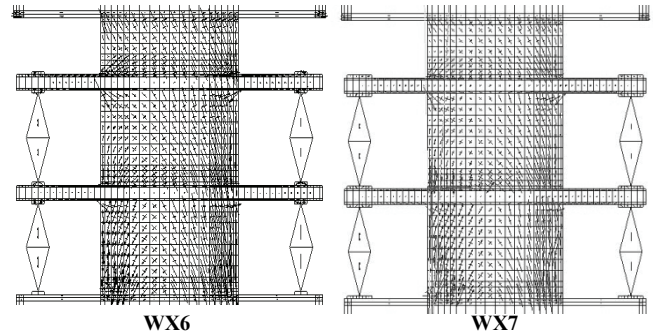


図 7 主応力 (ベクトル図)

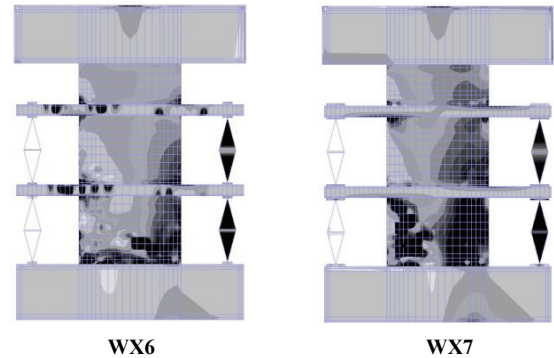


図 7 主応力 (コンター図)

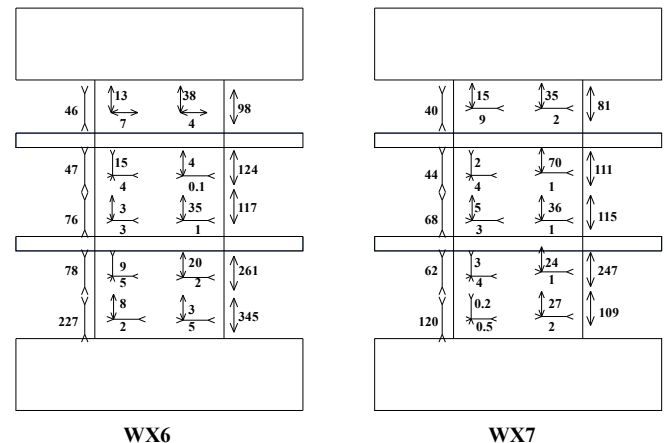


図 8 引張力、圧縮力

#### 【謝辞】

本研究を進めるにあたり、神奈川大学 2009 年度卒論生飯窪氏、2010 年度卒論生菅原氏、村上氏、北風氏ならびに関係者各位に多くの協力を得たことを心より感謝いたします。

#### 【参考文献】

- 1) 島崎和司：デボンD X 型配筋を用いた損傷低減型耐震壁の実験的研究 日本建築学会学術講演梗概集 2006.9
- 2) 島崎和司他：デボンD X 型配筋を用いた損傷低減型耐震壁の実験的研究(その 2, その 3) 日本建築学会学術講演梗概集 2007.8
- 3) 平田寛治他：デボンD X 型配筋を用いた損傷低減型耐震壁の実験的研究(その 4) 日本建築学会学術講演梗概集 2008.9
- 4) 綿貫裕基他：デボンD X 型配筋を用いた損傷低減型耐震壁の実験的研究(その 5) 日本建築学会学術講演梗概集 2010.9

\*神奈川大学 工学部 建築学科 主任技術員  
 \*\*神奈川大学大学院 工学研究科 建築学専攻  
 \*\*\*神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士(工学)

\* Chief Technician, Kanagawa University  
 \*\* Graduate Student, Kanagawa University  
 \*\*\* Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.