

## ソリッド要素を用いた非線形有限要素解析によるRC壁のせん断耐力の検討

ナレッジフュージョン (株) 正会員 ○福江 清久

## 1. はじめに

部材のせん断耐力を評価する際は耐荷機構を考慮する必要があるが、近年では非線形有限要素解析法やコンピュータ技術が進化し、それらを用いると、境界条件や部材寸法などによって耐荷機構が変化することなどが再現でき、せん断耐力も精度よく算定できる。本研究は、構造設計者が非線形有限要素解析を活用してRC壁のせん断耐力の評価を行うことを念頭に置き、土圧や水圧などの面外力を受ける地下外壁を対象として、非線形有限要素解析によるせん断耐力の合理的な検討方法を示すものである。

## 2. 検討概要

## 2.1. 解析対象構造物

解析対象構造物は、某下水道施設の地下外壁（鉄筋コンクリート製）である。構造物の諸元概要を図-1に、配筋図を図-2に示す。境界条件は、三辺固定上辺ピン支持とした。この部材は、棒部材のせん断耐力式（マクロ式）による評価でせん断耐力不足であることを事前に確認している。

## 2.2. 荷重条件

荷重条件を図-3に示す（この荷重を、設計荷重という）。初期荷重として自重と常時土圧を載荷し、次にレベル2地震時慣性力とレベル2地震時土圧を荷重制御で漸増載荷した。荷重値を表-1に示す。なお、漸増載荷する土圧は、レベル2地震時土圧と常時土圧の差分とした。

## 2.3. 材料特性値および材料定数

解析に用いる材料特性値および材料定数を表-2に示す。

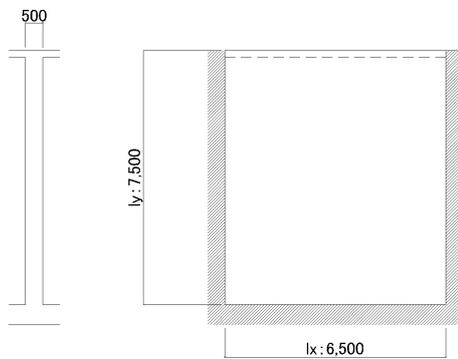


図-1 諸元概要

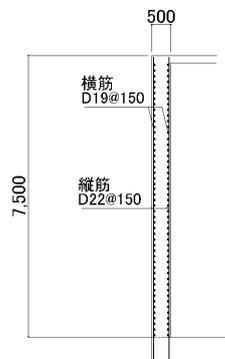


図-2 配筋図

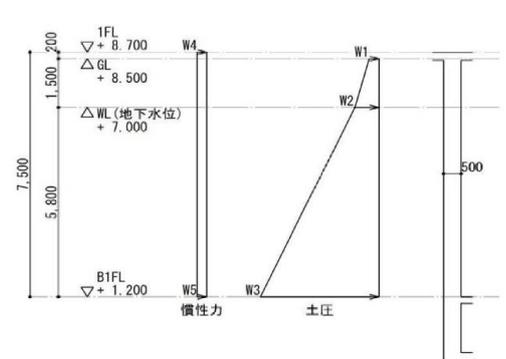


図-3 荷重条件

表-1 荷重値

荷重名	符号	荷重値 (kN/m <sup>2</sup> )	
		常時	レベル2地震時
土圧	W1	0.0	0.0
	W2	14.3	25.3
	W3	101.3	134.8
慣性力	W4	—	7.4
	W5	—	6.7

表-2 材料特性値および材料定数

コンクリート			
弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
2.35 × 10 <sup>4</sup>	21.0	1.75	0.2
鉄筋			
鉄筋種類	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
縦筋 D22 (SD295A)	2.0 × 10 <sup>5</sup>	295	0.3
横筋 D19 (SD295A)	2.0 × 10 <sup>5</sup>	295	0.3

キーワード せん断耐力, 非線形有限要素解析, ソリッド要素, RC壁

連絡先 〒651-0087 神戸市中央区御幸通 8-1-6 神戸国際会館 22F ナレッジフュージョン (株) TEL078-570-5787

## 2.4. 解析モデル

解析対象構造物を，ソリッド要素を用いてモデル化した．解析モデルを図-4 に示す．要素分割は壁厚を目安とした．境界条件，解析用物性値および荷重条件は“2. 検討概要” に示したとおりである．解析プログラムは，DIANA10.1 を使用した．鉄筋コンクリートの構成則は，弾塑性破壊モデル<sup>1)</sup>とアクティブクラック法<sup>2),3)</sup>を取り入れた多方向固定ひび割れモデルである前川-福浦モデルを採用した．

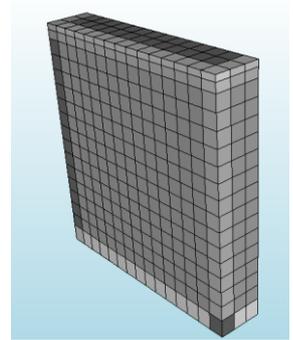


図-4 解析モデル

## 3. 解析結果

設計地震時荷重の 1100%まで漸増载荷した変形図を図-5 に，最大主ひずみコンタ

ー図を図-6 に示す．図-5 より，版中央付近で変形が進んでいく様子が分かる．図-6 より，外側では版の端部で，内側では版の対角線方向（斜め方向）で主ひずみが進展しているのが分かる．版中央の地震荷重レベル-変位関係を図-7 に示す．ここで，地震荷重レベルとは，設計地震時荷重に対する比率である．図-7 より，設計地震時荷重の約 11 倍の荷重で破壊に至っており，部材は十分なせん断耐力を有しているといえる．最終的な破壊モードは，押し抜きせん断特有の挙動が再現できている．以上より，本構造物は，マクロ式によるせん断耐力の評価で NG であった部材でも，非線形有限要素解析によるせん断耐力の評価によると，十分に安全性が担保できているといえる．

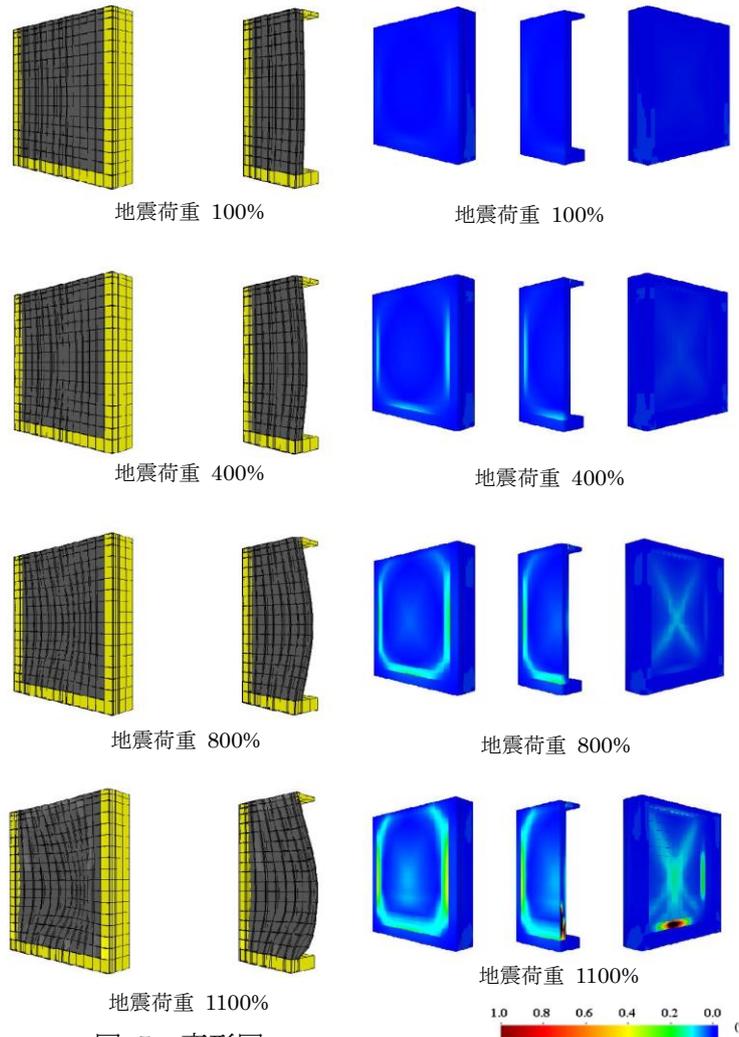


図-5 変形図

図-6 主ひずみコンター図

## 4. まとめ

本研究では，マクロ式によるせん断耐力の評価でせん断耐力不足と判定された三辺固定の RC 壁部材に対し，非線形有限要素解析によるせん断耐力の評価を実施した．その結果，ソリッド要素を用いた非線形有限要素解析による評価では，少なくとも設計地震時荷重の 10 倍程度までせん断耐力を有することが確認できた．

## 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，1991
- 2) 前川宏一，福浦尚之：疑似直交 2 方向ひび割れを有する平面 RC 要素の空間平均化構成モデルの再構築，土木学会論文集，No.634/V-45，pp.157-176，1999.11
- 3) 福浦尚之，前川宏一：非直交する独立 4 方向ひび割れ群を有する平面 RC 要素の空間平均化構成則，土木学会論文集，No.634/V-45，pp.177-195，1999

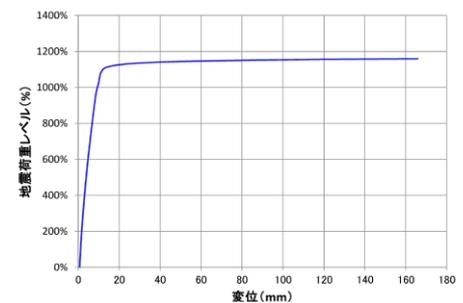


図-7 地震荷重レベル-変位関係