

## 破壊力学に基づく耐震壁のFEM解析

鉄建建設技術研究所 正会員 土井至朗  
 同上 正会員 松岡 茂  
 同上 正会員 益田彰久

### 1. はじめに

コンクリートのひびわれ発生・進展を追跡する手法として破壊力学が有効であることが知られており、破壊力学の考え方に基づいてRC部材の解析が行われている。鉄筋コンクリート部材の代表的な破壊形態の一つであるせん断破壊については、ひびわれ面でのせん断伝達と引張剛性の軟化を考慮する必要があることが報告されている[1]。そこで、ひびわれ面でのせん断伝達と引張応力の軟化を考慮した解析モデルを作成し、せん断破壊により最終変位が決定される耐震壁の解析を行った。

### 2. 耐震壁の解析

市川ら[2]は、鉄筋コンクリート構造の建物の耐震性を検討する目的で2層耐震壁の載荷実験を行っている。この耐震壁の実験は、図-1に示すように一定軸力を供試体に載荷した状態で頂部に取り付けたジャッキにより交番載荷を行ったものである。この耐震壁の実験の解析を行った。表-1に供試体の諸元を、表-2に供試体で用いた各材料の強度試験結果と解析で用いた力学特性を示す。なお、実験は交番載荷であるが、解析では荷重は単調増加として計算した。

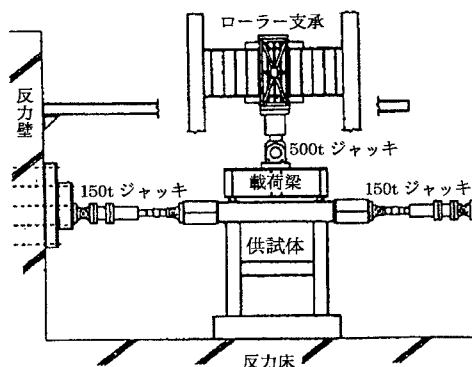


図-1 載荷装置

表-1 供試体諸元

柱	b×D(cm)	35×35
	主筋(p.g.%)	8-D16(1.30)
	帯筋(p.w.%)	D6 @50(0.37)
梁	b×D(cm)	20×35
	主筋(p.g.%)	3-D16(0.96)
	帯筋(p.w.%)	D6 @100(0.32)
壁	壁厚(cm)	12
	帯筋(p.s.%)	D6 @110ダブル(0.48)

表-2 材料の力学特性

鉄筋径	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	備考
D16	690	1.78×10 <sup>5</sup>	882	柱主筋
D16	409	1.75×10 <sup>5</sup>	576	梁主筋
D6	353	1.76×10 <sup>5</sup>	511	帯筋、肋筋
D6	420	1.89×10 <sup>5</sup>	545	壁筋
コンクリートの		1層	2層	
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )		24.9	24.2	

図-2に載荷点変位と荷重の関係を示す。解析結果によると載荷点変位1.1mm付近で耐震壁に斜めひびわれが発生し、この時の水平荷重は約500kNであった。実験においても水平荷重が500kN付近で耐震壁に斜めひびわれが発生しており、解析結果とほぼ一致している。しかしながら変位については実験結果(約1.7mm)に較べて解析結果は多少小さくなっている。最初に斜めひびわれが耐震壁に発生した状態を図-3に示す。解析結果のひびわれ発生状況は実験で観察されたものとほぼ一致している。

キーワード 破壊力学 引張軟化 有限要素法

連絡先 〒286 千葉県成田市新泉9-1 鉄建建設(株)技術研究所 TEL 0476-36-2855

さらに水平変位が増加すると、解析では耐震壁に複数のひびわれが発生し、柱部分にも部材軸に直交方向に複数のひびわれが発生した。解析結果によると荷重が約1500kNに達した以降は、載荷点変位が増加しても荷重はほとんど一定であった。また、載荷点の水平変位が50mmを越えた付近で、1層耐震壁の斜めひびわれが柱を貫通し、さらに斜めひびわれ開口幅が2mm以上となったことにより、1層耐震壁のせん断剛性がほとんど無くなったために計算を継続することができなくなった。実験結果では、載荷点変位が40mm付近で図-4に示すように1層耐震壁に発生した斜めひびわれが拡大して急激に荷重が低下した。実験および解析結果ともに耐震壁の耐力は、1層耐震壁に発生した斜めにより決定されている。耐力を決定している1層耐震壁の斜めひびわれ発生位置は、図-4に示すように解析と実験結果はほぼ一致している。しかしながら、実験で荷重が急激に低下する変位と解析で計算を継続することができない変位は異なっている。この原因としては、解析では荷重が単調増加しているものとしているため、繰り返し荷重による影響を考慮していないためであると推定される。

### 3. まとめ

ひびわれ面でのせん断伝達を開口幅に依存するものとし、引張軟化曲線を考慮した解析モデルによりせん断破壊により耐力が決定される2層耐震壁を計算した。その結果、最終的な変位量については、実験より解析では多少大きめの値となるが、荷重-変位曲線と最大荷重は実験とほぼ一致した。

しかしながら、ひびわれ面でのせん断伝達を表すせん断剛性保持率については、今後部材試験等により確認する必要がある。

### 参考文献

- [1]Rots, J. G., Naut, P., Kusters, G. M. A. and Blaauwendraad, J. : Smearred Crack Approach and Fracture Localization in Concrete, HERON, Vol. 30, No. 1, 1985
- [2]市川昌和、今津賀昭、森本 仁、松崎育弘：ダブルハーフPca板を用いたPca耐震壁に関する実験研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 17, No. 2, pp. 273-378, 1995

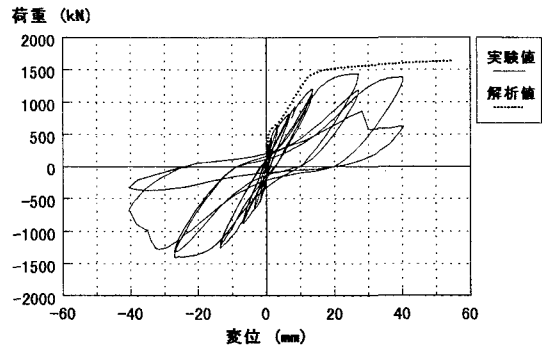
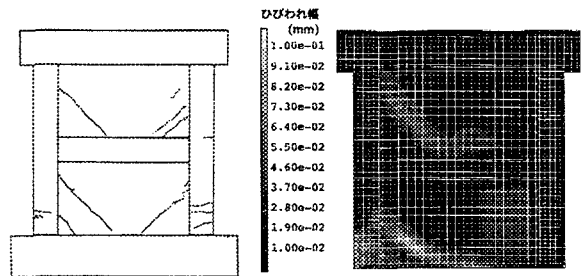


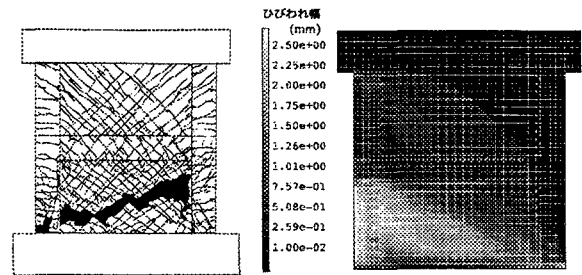
図-2 載荷点における荷重-変位曲線



(実験結果)

(解析結果)

図-3 ひびわれ発生状況



(実験結果)

(解析結果)

図-4 最終状況