

旧耐震基準の低層 RC 造集合住宅の耐震性能評価
せん断力の再分配能力に着目して

Seismic Performance Evaluation of Low-Rise RC Buildings Designed in Accordance with Former Seismic Criterion
Redistribution Ability of Shear Force

○蓮池類¹, 田嶋和樹², 長沼一洋²

*Rui Hasuike¹, Kazuki Tajima², Kazuhiro Naganuma²

Abstract: Seismic performance of low-rise RC buildings with spandrel walls designed in accordance with former seismic criterion was evaluated. Parametric studies by fiber analysis was performed with 2 parameters that are hoop spacing and column size. Analysis results were evaluated focusing on sustaining forces in each frame. It is found that the hoop spacing affects the shear force redistribution after brittle failure of the columns.

1. はじめに

地震大国である日本では、過去の大地震によって鉄筋コンクリート（以下、RC）造建物が崩壊や損傷などの被害を受けてきた。特に旧耐震基準で設計された旧耐震建物の被害が著しく、現行との耐震基準の違いが問題視されている。1968年の十勝沖地震では、短柱のせん断破壊が問題となった。

本研究では、旧耐震基準と新耐震基準の違いに着目し、耐震性能への影響を定量的に把握することが目的である。本報では、せん断破壊後の建物への影響を確認するため、特に柱の帯筋間隔と設計用地震力の割増しを取り上げ検討を実施する。

2. 仮想建物モデル

Fig.1に建物概要を示す。使用する仮想建物モデルは、1971年以前の旧耐震基準を満足するように設計されている^[1]。外構面には腰壁を取り付けており、短柱を有する3層3×2スパン建物となっている。また、ベースモデルの耐震設計上の特徴としては、柱の帯筋間隔が300mm、外力分布0.2、設計用地震力の割増しを行っていない、コンクリート強度13.5N/mm²、丸鋼筋の使用などが挙げられる。検討の際に使用する設計用地震力の割増しを行うモデルでは、許容せん断応力度の増大を考慮し、柱断面の大きさを変更してある。

3. 解析モデル概要

Fig.2にファイバーモデルの概要を示す。なお、解析には、数値解析コードOpenSees^[2]を用いた。柱はファイバー要素、梁はBeamWithHinges要素、腰壁はトラス要素、接合部分は剛体要素でモデル化し、床は剛床仮定とした。また、梁断面のモデル化には、スラブの有効幅と腰壁の断面を考慮した。柱梁の丸鋼筋の抜け出しを考慮するため、要素端部には接合部サブ要素を付与した。せん断挙動再現のため、柱要素にはせん断

サブ要素を付与した。Fig.3に材料の応力-ひずみ関係、Fig.4にサブ要素の復元力特性を示す。せん断サブ要素のせん断破壊点の決定には、荒川mean式を採用しており、帯筋の影響をサブ要素で処理できるようにモデル化した^[3]。また、帯筋に囲まれたコアコンクリートには、

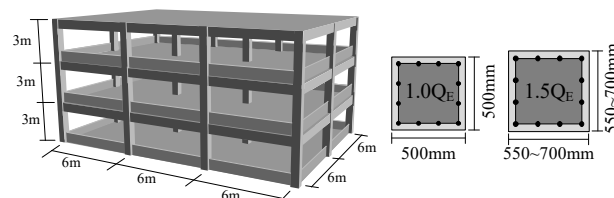


Fig 1. Assumed Building Model and Column Section

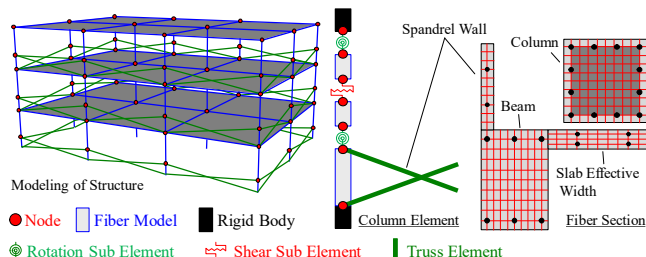


Fig 2. Modeling of Structure Using Fiber Elements

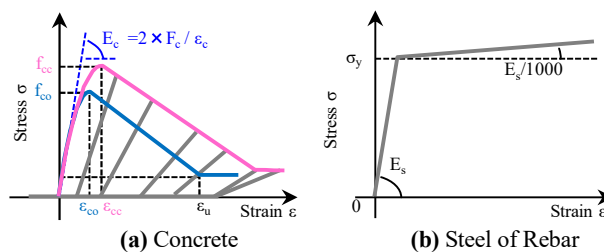


Fig 3. Stress-Strain

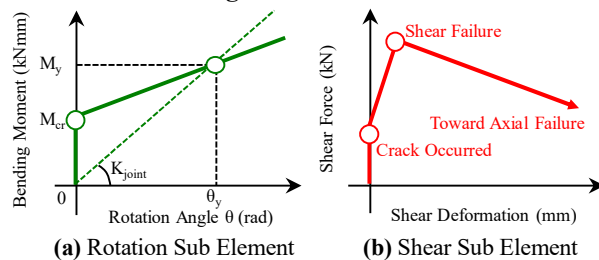


Fig 4. Restoring Characteristics of Sub-Elements

1：日大理工・院（前）・建築 2：日大理工・教員・建築

park の拘束効果を適用した。

載荷方法は A_i 分布に基づいた水平外力分布とし、長手方向への静的単調載荷とした。Table 1 に検討パラメータを示す。帯筋間隔と設計用地震力割増しの 2 つをパラメータとした計 4 パターンで検討を行った。なお、これらのパラメータの影響は、せん断サブ要素を介して解析結果に反映される。

4. 解析結果

Fig.5 に 1 階の層せん断力-層間変形角関係を示す。図に示すせん断破壊の凡例 (Δ) は、全ての短柱がせん断破壊した時点としている。崩壊メカニズムとしては、 $1.5Q_E-100mm$ のみが曲げによる一部層崩壊形となり、それ以外は、外構面の全ての短柱がせん断破壊した後耐力低下を示す結果となった。

$1.0 Q_E$ を基準にすると、帯筋間隔を $100mm$ に変更した場合、最大耐力が変形に伴い増大し、変形能も高い向上を示している。これは、帯筋間隔を密にしたことによる部材のせん断終局耐力の増大、また靱性能の向上が明確に表れた結果だと考えられる。一方、地震力の割増しを 1.5 倍に変更した場合、最大耐力が増大したのに対し、変形能の向上は見られなかった。これは、柱断面の増大に伴う耐力の増加が表れた一方、帯筋間隔の粗さによる靱性能の改善が見られなかったためである。このように、これら 2 つのパラメータは、建物全体での耐力および変形能の向上に起因する重要因子だと推測される。

ここで各モデルのポストピーク挙動に着目する。帯筋間隔が $300mm$ の場合、いずれもせん断破壊後の耐力低下が急激であるのに対し、 $100mm$ の場合は、 $1.0 Q_E$ では緩やかな耐力低下が生じ、 $1.5 Q_E$ ではまだ最大耐力に達していない状態である。Fig.6 に構面毎のせん断力負担率を示す。どのモデルにおいても、各損傷イベントによって負担率に変化が見られる。 $300mm$ の 2 パターンでは、大半のせん断力を負担していた外構面 2 つがせん断破壊後には、急激に負担が減少し、内構面の負担が大きくなっているのが分かる。一方、 $1.0 Q_E-100mm$ は、せん断破壊後も負担率の急激な変化は見られず、曲げ層崩壊の $1.5 Q_E-100mm$ はほぼ一定の負担率を維持していた。このことから、同じせん断破壊による崩壊であっても、帯筋間隔の粗密による靱性能の影響がポストピークでのせん断力再分配に強く及ぶことが確認された。

5. まとめ

短柱を有する RC 造骨組を対象にポストピーク挙動に着目した比較検討を実施した。せん断に関する基準

Table 1. Parameters for Fiber Analysis

		Hoop Spacing	
		300mm	100mm
Increased Shear Force	$1.0Q_E$	$1.0Q_E-300mm$	$1.0Q_E-100mm$
	$1.5Q_E$	$1.5Q_E-300mm$	$1.5Q_E-100mm$

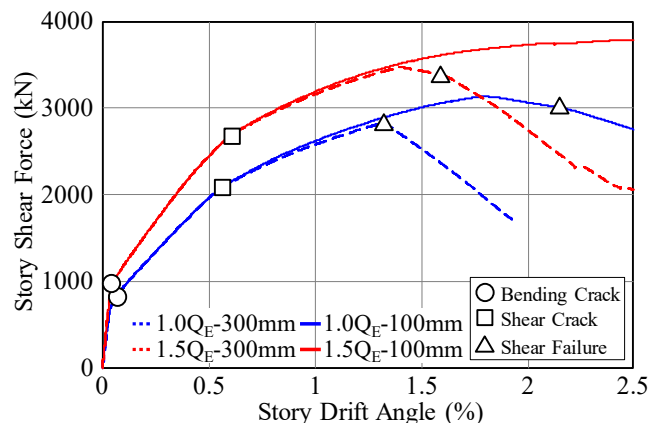


Fig 5. Pushover Analysis Results

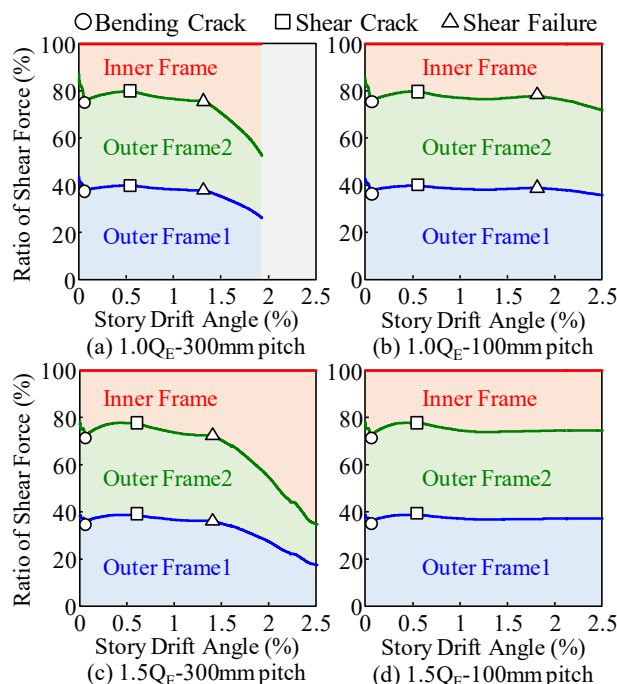


Fig 6. Shear Force Ratios in Each Frame

の改善は、耐力増大や変形能向上に有効であったことを確認した。特に帯筋間隔を密にしたことによる靱性能への影響は、せん断力の再分配能力向上に起因していることを確認した。

参考文献

- [1] 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説，1962年.11月
- [2] Open System for Earthquake Engineering Simulation - HomePage, <http://opensees.berkeley.edu/index.html>
- [3] 田嶋和樹，河合慎太郎，今井究，白井伸明：脆性部材の破壊が RC 造骨組の耐震性能に及ぼす影響，コンクリート工学年次報告集，Vol.34, No.2, 2012