

RC 学校建築物のスリット設置による耐震性能と ケーススタディの検討

1080490 中村耕太郎

高知工科大学工学部社会システム工学科

RC 学校建物の桁行方向のせん断破壊型柱について、本研究ではスリット設置に着目し、せん断柱を曲げ柱として靱性改善を行い動的応答解析により応答性状を検討した。また 4 つのケースで同様に動的応答解析を行い、ケーススタディから組織立てて考察した。その結果、鉄骨補強の約 10% の施工コストで出来るのでスリット設置による耐震改良の余地があるのではないかと考えられる。

Key Words :スリット・動的応答解析・F 値・ケーススタディ

1. はじめに

旧基準で設計された RC 学校建物の桁行方向のせん断破壊型柱について、現在耐震補強が進められているが、コスト面から全ての建物に耐震補強を施すにはまだ長い年月を必要とし、この間に巨大地震が発生すると、人命、財産損失が非常に大きくなる。そこで本研究では安価な応急倒壊防止策としてスリット設置に着目し、せん断柱を曲げ柱として靱性改善を行い動的応答解析により応答性状を検討した。

2. 研究プロセス

1) 学校建物の桁行方向は一般に廊下側構面にたれ壁、腰壁が設けられているため柱は短柱となり、せん断破壊が曲げ降伏を先行してしまう。このため靱性指標 F が小さくなり、南側の開口の大きい曲げ柱の曲げ降伏せん断力 Q_{mu} を割引いて評価せねばならない。本研究では、保有性能基本指標 $E_0 [=C(\text{強度指標}) \times F(\text{靱性指標})]$ のうち耐震補強のように C 値を上昇させることはせず、スリットを設けて C 値を下げて F 値を大きくすることを試みた。耐震性能チェックとして動的応答解析を行い、必要とされる F 値に着目して検討した。

2) どの程度スリットを入れると十分な F 値を確保できるのかを 4 つのケースに分け、それぞれの最大応答層間変形角、 F 値、 Q_{su}/Q_{mu} を比較し考察した。また、本解析では $Q_{su}/Q_{mu} \geq 1.1$ とした。

3. 解析対象建物

図 1 及び図 2 に解析建物の伏図と B 構面の軸組図の概

要を示す。本建物は 4 階建てでラーメン架構主体の構造となっている。表 1 に本建物の柱の断面リストを示した。この建物の B 構面は図 2 に示すようにたれ壁・腰壁があるため耐震診断ではこの柱はせん断破壊を起こし、建物全体の F 値が小さくなる。そこで、スリットを設けてせん断破壊型柱を曲げ降伏型柱に変更した。この場合、柱の内法高さが大きくなるために曲げ降伏時せん断力 Q_{mu} は小さくなるが、変形能力即ち靱性指標 F 値は大きく期待できると予測した。

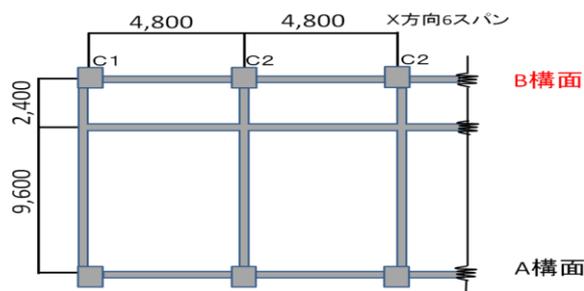


図 1. 解析建物伏図

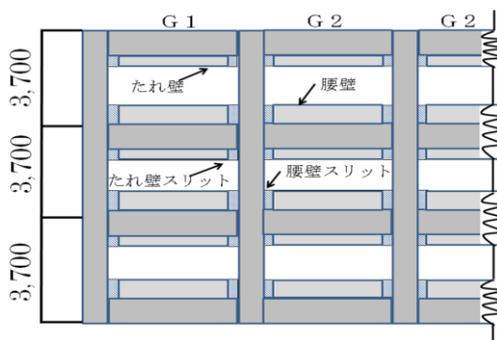


図 2. 解析建物軸組図 B 構面

表 1. 柱断面リスト

1階柱		2,3,4階柱	
b×D	600×650	b×D	600×650
主筋X方向	7-D22	主筋X方向	6-D22
主筋Y方向	4-D22	主筋Y方向	4-D22
帯筋	4-D13@100	帯筋	4-D13@100

表 2. 最大応答層間変位

ケース	階	EL L2	F値換算	Qsu/Qmu
ケース 1	4	1/252		
	3	1/118		
	2	1/68	2.2	1.46
たれ壁 腰壁	0cm			
	0cm	1	1/132	
ケース 2	4	1/245		
	3	1/117		
	2	1/71	2.11	1.22
たれ壁 腰壁	20cm			
	60cm	1	1/131	
ケース 3	4	1/245		
	3	1/116		
	2	1/72	2.075	1.09
たれ壁 腰壁	40cm			
	80cm	1	1/133	
ケース 4	4	1/231		
	3	1/116		
	2	1/73	2.05	0.9
たれ壁 腰壁	60cm			
	90cm	1	1/126	

4. 動的応答解析結果とケーススタディ

本解析対象建物を3質点系武田モデル(曲げ降伏型)に置換し、地震応答解析を行った。入力地震動としてエルセントロ NS、タフト EW、八戸 NS 波の L1、L2 を用いたがエルセントロ波が最大応答を示したのでこの結果のみを表 2 に示す。本解析の場合たれ壁に 40 cm、腰壁に 30 cm のスリットを入れた時点で十分な F 値を確保した上で曲げ降伏型の柱にすることが出来たと言える。図 3 は耐震診断基準における柱一本の強度指標(C 値)と靱性指標(F 値)の関係を示したものである。本解析では、B 構面の柱がせん断破壊するため、A 点に達した後変形が増大しても診断基準では F=1.0 以上の場合耐力を 0 としている。このため Is 値が 0.46 と小さいものであった。原建物のせん断補強筋が充分ならば図 3 の A 点から一点鎖線のような復元力特性となり、表 2 のケース 4 のような結果となる。ケース 1、2、3 のようにたれ壁、腰壁にスリットを設けて、せん断柱であったものを曲げ柱にしても最大応答量はそれ程大きくならず、図 3 に破線で示した F=2.2 程度におさまっているので、柱の曲げ破壊は進行するものの大破(F≥3.2)には至らず、スリットを設けて耐力を低下させても必要とする F 値を確保できた。

ケース 1~4 の解析結果を比較し考察を行った。表 2 の通り、どのケースにおいても最大応答層間変形は 2 階部分で見られ、スリットの長さ と F 値が比例していることがわかるが、1 階と 4 階では解析結果にバラつきが見られた。この原因として建物の固有周期や入力地震動の卓越周期が影響を及ぼし 1 次モードで最大応答層間変位が表れた場合と 2 次モード以降に最大応答層間変位が見られた場合があるのではないかと考える。2 階部分だけにバラつきが見られなかった理由としては、他のケースに比べ解析結果に大きな差があることから、最も長周期となる、1 次モードで最大応答層間変位が見られたと推測する。

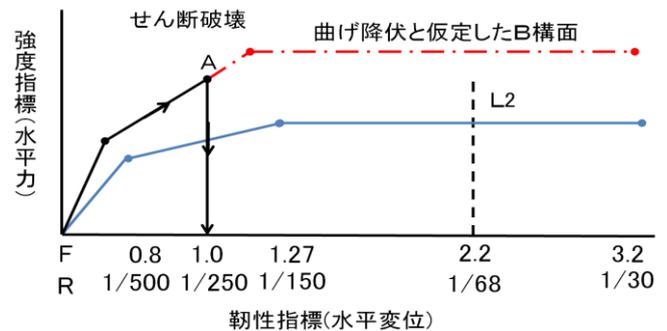


図 3. せん断柱のスリット設置による応答の増大

5. 結び

1. スリットの設置により建物によっては安価に倒壊を防ぐ場合もありうることを動的解析から示しました。この原因として、現行の耐震診断基準の C 値及び F 値に基づく 2 次診断における耐震性能は、F 値の想定に安全率を見積もりすぎているためと考える。例えば、Is 値が 0.25 の場合では大幅に応答が大きくなると考えられるので、どの程度の Is 値のときにスリットでまかなうことができるのか、というケーススタディを今後増やして、スリットの可能性の範囲を検討したいと考えています。

参考文献

- ・鉄筋コンクリート構造物の耐震性能評価指針 (案)・同解説
日本建築学会
- ・(株)構造計画研究所
RESP BIRD-21 ユーザーマニュアル 第 6 版
F3 ユーザーマニュアル
QDM ユーザーマニュアル 第 1.7 版
M/II ユーザーマニュアル