

# 既存 RC 学校建築物のスリット設置による耐震性能の検討

社会システム工学科 中田研究室 4年 1080443 岡崎哲弥  
指導教員 中田慎介

## 1.序

現行耐震基準により学校建物の  $I_s$  値が不足している原因は桁行方向の短柱のせん断破壊による靱性不足がほとんどである。この場合の補強としては鉄骨筋交を RC フレームに内蔵させる補強方法が大半の建物で施工されている。これは1フレームあたり 300 万円程度となりコストが高くなる。本研究ではこの鉄骨補強をせず、既存のせん断柱をコストがはるかに安いスリット設置工事を行い、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

既存学校建物の桁行方向は一般に廊下側の構面はたれ壁、腰壁が設けられているために柱は短柱となり、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ず、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強度即ち  $C$  値を上昇させることはせず、スリットを設けて  $C$  値をやや下げても  $F$  値を大きくすることにより、保有性能基本指標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における最大応答層間変形即ち必要とされる  $F$  値に着目して検討した。

## 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。本建設物はX方向に14スパン、Y方向に1スパンの3階建てラーメン架構主体の構造となっている。平面形状は長方形の整形な平面となっている。表1に本建物の柱、梁の断面リストを示した。この建物の南側A構面は純ラーメンに低い腰壁があり、柱は曲げ降伏型である。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  $F$  値が小さくなったため、耐震指標  $I_s$  値は 0.46 となり、所要値 0.6 以下なので鉄骨ブレース補強が行われた。B構面のたれ壁、腰壁にスリットを設けて、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。

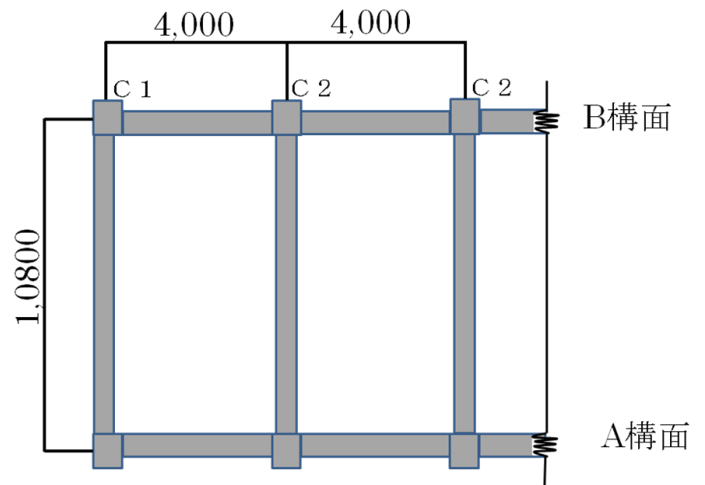


図1.解析建物伏図

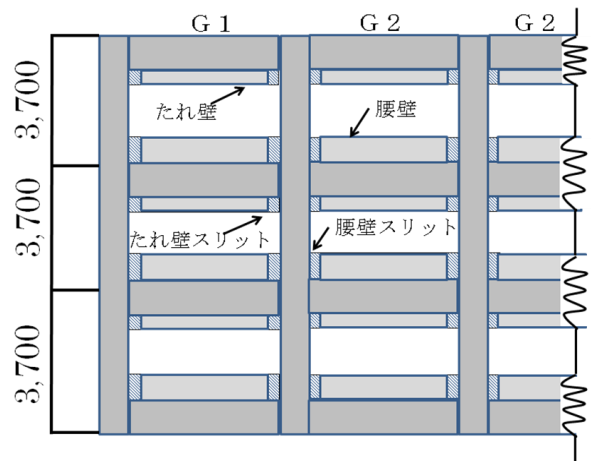


図2.解析建物軸組図 B 構面

## 4.動的応答解析結果

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。表2でケース①はもしも原建物の柱すべてが曲げ降伏型と仮定したときの最大応答層間変形角であり、 $R=1/76$  程度は  $F$  値にして 1.97 となる。ケース②のたれ壁にスリットを入れた場合はエルセントロ地震の2階で最大応答層間変形角は  $1/74$ 、ケース③の腰壁にスリットを設けた場合は最大で  $1/73$  となった。これは  $F$  値に換算して  $F=2.05$  程度である。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。本解析の場合、B構面の柱がせん断破壊を起こし、診断基準ではA点に達した後、変形が増大しても  $F=1.0$  以上では体力を0としている。このため  $I_s$  値が 0.46 と小さいものであった。この原建物が、もしもせん断補強筋

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①のような結果となる。ケース②、ケース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、しかも図3の破線で示した  $F=2.05$  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( $F \geq 3.2$ )には至らない。通常、動的応答は入力地震動として、エルセントロ波、タフト波、八戸波のL1で行われるが今回は、安全性を考えて入力地震動を1.5倍にしたL1.5も行った。この場合でも特にスリットを設けて耐力を低下させても必要とするF値がそれほど大きく増大しなかった。今回は解析建物が1例なので、一般論としては展開できないが、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推測された。

表2.最大応答層間変位

スリット箇所	階	ELCENL1	ELCENL1.5
ケース①	3	1/351	1/237
たれ壁50cm、腰壁100cmとした場合	2	1/143	1/76
ケース②	3	1/328	1/231
たれ壁0cm、腰壁100cmとした場合	2	1/147	1/74
ケース③	3	1/347	1/238
たれ壁0cm、腰壁0cmとした場合	2	1/158	1/73
	1	1/269	1/137

5. 結び

1. 解析例が1例しかないが安価なスリット設置による耐震改良の可能性があることが判明した。今後はこの柱の帯筋間隔でどのくらいのF値まで期待できるか検討する必要がある。
2. 現行の耐震基準のC値及びF値に基づく2次診断における耐震性能と動的応答解析結果とは適合しない領域があると考えられるので今後は梁部材も含めた解析が必要ではないかと考えた。

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

スリット設置による最大応答

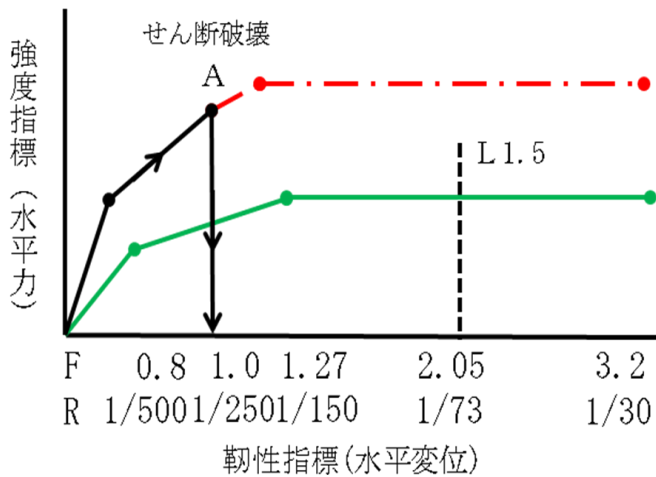


図3.せん断柱のスリット設置による応答の増大

表2.柱・梁断面図(1,2,3階柱・1,2階梁)

2.3階柱(2C1, 3C1)	2.3階柱(2C2, 3C2)	2階梁外端(2G1)	2階梁内端(2G1)
b×D   500×800	b×D   500×800	b×D   350×700	b×D   350×700
主筋X方向   4-D22	主筋X方向   4-D22	主筋X方向   6-D22	主筋X方向   4-D22
主筋Y方向   4-D22	主筋Y方向   5-D22	主筋Y方向   6-D22	主筋Y方向   4-D22
帯筋   2-D13@100	帯筋   2-D13@100	帯筋   2-D13@100	帯筋   2-D13@100
1階柱(1C1)	1階柱(1C2)	1階梁外端(1G1)	1階梁内端(2G1)
b×D   500×800	b×D   500×800	b×D   350×700	b×D   350×700
主筋X方向   8-D25	主筋X方向   9-D25	主筋X方向   8-D22	主筋X方向   6-D22
主筋Y方向   6-D25	主筋Y方向   6-D25	主筋Y方向   8-D22	主筋Y方向   6-D22
帯筋   2-D13@100	帯筋   2-D13@100	帯筋   2-D13@100	帯筋   2-D13@100