

1994年三陸はるか沖地震により被災した青森県立八戸東高校の耐震性能  
その2 教室棟の解析及び管理棟との比較

○ 正会員 木村宏樹 正会員 溝部錦伸  
同 中埜良昭 同 北山和宏

1. はじめに

本報告は、1994年三陸はるか沖地震により、被災度区分判定により倒壊と判定された青森県立八戸東高校管理棟と、軽微であった教室棟<sup>1)</sup>について、前報その1の結果を交えて、それらの耐震性能と実被害を比較、検討する。

2. 対象建物

教室棟は1969年建設のRC造3階建て、基礎は独立フーチング基礎でローム層を支持基盤としている。1968年十勝沖地震において教室棟は大破し、1969年に改築されている。平面図を図1に示す。一方、管理棟は、十勝沖地震後、補修ののち再使用されていた。

3. 耐震診断

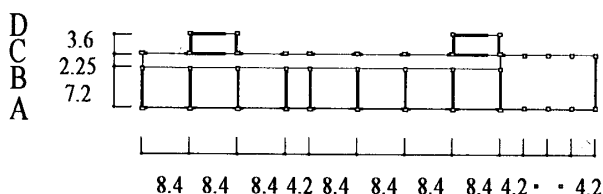
教室棟について、耐震診断基準<sup>2)</sup>による第2次診断を行った。解析仮定を表1に示す

使用材料は、鉄筋については設計図書に記載されたものを、またコンクリートについては、設計年度から推定した値( $F_c210$ )を用いた。建物重量は、自重及び地震用積載荷重から算定し、その結果単位床面積あたり重量は約 $1.02t/m^2$ となる。図2に桁行方向、梁間方向の2次診断構造耐震指標 $I_s$ 値を、管理棟のそれと比較して示す。教室棟の二次診断 $I_s$ 値は、1968年十勝沖地震及び1978年宮城県沖地震における中破以上の被害の境界値とされている0.6を超えており、管理棟の2次診断 $I_s$ 値と比較して、高い値を示している。

4. 弾塑性解析方法

教室棟の桁行方向を対象に弾塑性解析を行った。教室棟の柱梁については、A、C構面の過半数の柱が、袖壁つき柱になっているので、等価な矩形断面に置換し、曲げ及びせん断耐力を設定した。柱梁接合部の剛域は、柱梁それぞれのフェース面までとし、復元力モデルは、武田モデルとした。壁については、壁の曲げに対しては曲げバネ、せん断に対してはせん断バネを用いて、それぞれ武田モデル、原点指向モデルとした。各部材の剛性、耐力は、RC規準<sup>3)</sup>に基づき算出し、降伏点割線剛性は、菅野式により与えた。また、建物質量は耐震診断と同様に算出し、基礎は固定とした。弾性1次固有周期は $T=0.126$ 秒であり、管理棟の $T=0.334$ 秒に比べると、周期

が短くなっている。



(太線は壁の所在地、単位は m)

図1 教室棟平面図

表1 耐震診断解析仮定

コンクリート圧縮強度	210kgf/cm <sup>2</sup>
主筋降伏強度	4000kgf/cm <sup>2</sup> (SD35)
フープ筋降伏強度	3500kgf/cm <sup>2</sup> (SD30)
帯筋間隔	10cm
建物重量	建物自重+地震用積載荷重
形状指標( $S_D$ )	1.0
経年指標(T)	建物年数のみ考慮して 0.9

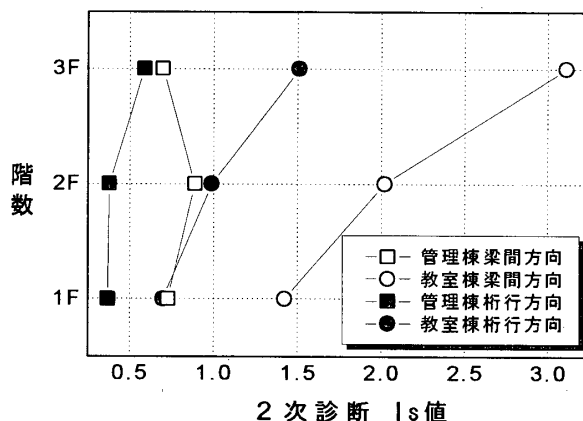


図2 二次診断結果

5. 弾塑性解析結果

Ai分布外力に対する静的漸増荷重解析による1階の層間変形一層せん断力の関係を図4に示す。教室棟の崩壊

The Seismic Resistance of School Buildings in Hachinohe-higashi High School on the 1994 Sanriku-haruka-oki Earthquake  
Part 2 The Comparison between two School Buildings

Hiroki KIMURA, Kanenobu MIZOBE, Yosiaki NAKANO, Kazuhiro KITAYAMA

形は梁降伏型であり、管理棟に比べ耐力、剛性ともに高い。教室棟1階のベースシア係数は0.90で管理棟の1階のベースシア係数0.31に比べ、教室棟は高い耐震性能を有している。

次にこのモデル化した骨組を、青森県八戸市役所のB1階で記録されたN254方向地震波を用いて、8秒～48秒の40秒間に対する地震応答解析を行った。減衰は剛性比例型とし、減衰定数は1次周期に対して5%とした。図5にこの地震波の減衰5%一質点系弾性加速度応答スペクトルに2棟の固有値解析による弾性固有周期をプロットした図を示す。なお管理棟については、1968年十勝沖地震により被害を受けていることから、図に示した値より周期が伸びて可能性がある。図6に教室棟と管理棟に地震応答最大値を示す。これからも明らかな様に、教室棟の最大応答加速度、層間変形がともに管理棟の値に比べ、低くなっている。教室棟における部材の変形は、2階の梁が、ひび割れ変形に達する程度で、各階柱及び3、R階梁は、ひび割れ変形まで達しておらず、被害調査結果（軽微<sup>1)</sup>）とほぼ対応している。

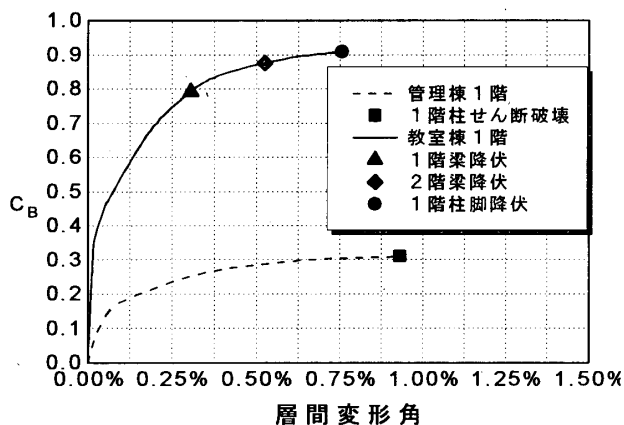


図4 静的解析結果

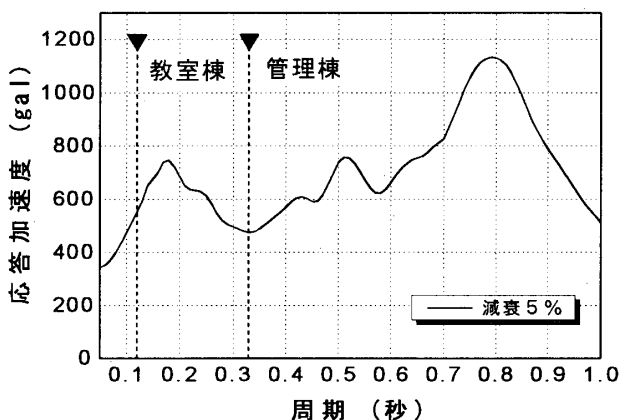


図5 地震波の弾性応答加速度スペクトル

- |                       |                     |   |
|-----------------------|---------------------|---|
| 1) 東京大学 大学院生          | Graduate Student    | University of Tokyo   |
| 2) 東京都立大学 大学院学生       | Graduate Student    | Tokyo Metropolitan University                                 |
| 3) 東京大学生産技術研究所 助教授・工博 | Associate Professor | Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Dr. Eng |
| 4) 東京都立大学 助教授・工博      | Associate Professor | Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng                        |

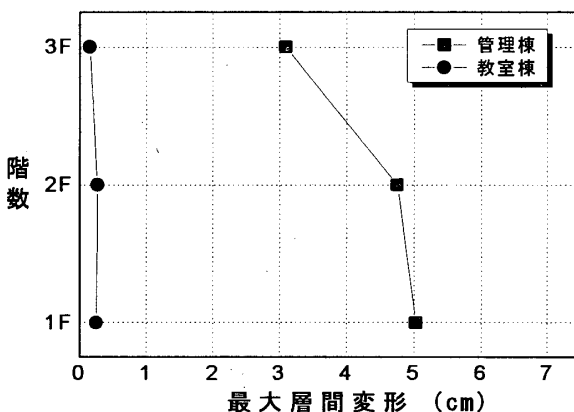
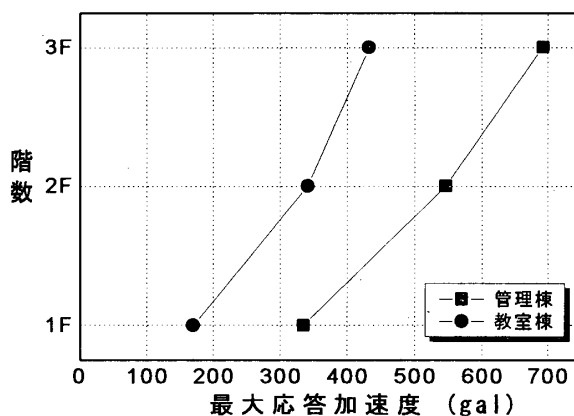


図6 地震応答最大値

## 6. まとめ

「1994年三陸はるか沖地震」により異なった被害状況を示した八戸東高校の二棟について比較した結果、管理棟に比べて、教室棟の方が、剛性耐力ともに高く、耐震診断、静的漸増載荷解析、地震応答解析の結果を見ても、教室棟の方がより高い耐震性能を有していたことが分かる。その理由としては、教室棟では、鉛直部材がそで壁付き柱となっていて、柱の曲げ耐力が高くなっていること、また、1968年十勝沖地震によって倒壊し、1971年のRC規準の改定がなされる以前ではあったものの、その改築時に帯筋間隔を10cmとして設計されたために、せん断耐力も同様に高くなったためと考えられる。

## 7. 参考文献

- 1) 1994年三陸はるか沖地震とその被害に関する調査研究  
平成6年度文部省科学研究費研究成果報告書  
長谷川 昭 平成7年3月
- 2) 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説  
日本建築防災協会 1990年
- 3) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説  
日本建築学会 1991年