

二つの地震動による八戸東高校管理棟の地震応答解析

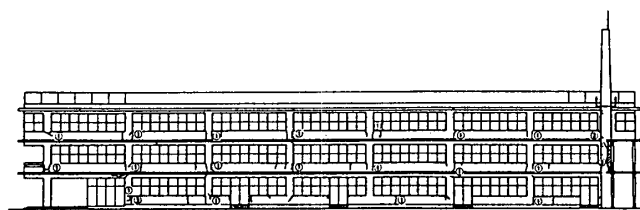
正会員○溝部錦伸*1
同 北山和宏*2

1) はじめに 1994年三陸はるか沖地震(以下、はるか沖)により1階柱の多数がせん断破壊し、倒壊の被害を受けた青森県立八戸東高校管理棟について、文献(1)では耐震診断と地震応答解析による考察を行った。その結果、管理棟に大被害を受けるだけの応答があったことは確かめられたが、1階柱のせん断破壊は地震応答解析で再現されなかった。管理棟は1968年十勝沖地震(以下、十勝沖)においても中破の被害を受けており(図1)(2)その後補修され継続使用されていた。本稿では十勝沖の八戸港湾での加速度記録(以下hacew)、はるか沖の八戸市庁舎B1Fでの加速度記録(以下、94ew)の二つの地震記録による地震応答解析を行い、これらの比較を行った。

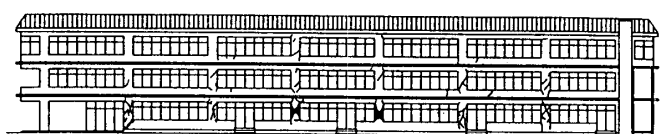
2) 建物と被害の概要 図1に十勝沖及びはるか沖によるaフレームのびびり割れ図を、図2に1階平面図を、図3に配置図を示す。1階平面図に、はるか沖によって被った柱及び耐震壁の損傷度をローマ数字で示した。詳細は文献(2)を参照されたい。

3) 地震加速度記録 加速度最大値はhacewが181gal、94ewが320galである。また、二つの地震波の減衰5%とした一質点系弾性加速度応答スペクトルを図4に示す。

4) 地震応答解析 弾塑性地震応答解析プログラムDANDY(3)によりhacew、94ewの二つの加速度記録を用いて地震応答解析を行った。骨組みモデルの剛域は危険断面までとし剛床仮定が成立するとした。減衰は瞬間剛性に比例するとし減衰定数は1次周期に対して5%とした。図5に二つの地震応答解析による各応答最大値を示す。94ewはhacewの1.77倍の最大加速度であったが、地震応答解析での最大応答加速度は、十勝沖によるもののほうが最大で46%大きかった。また応答加速度以外ではいずれも94ewの方がhacewよりもわずかに大きいか同等であった。このように各応答最大値は二つの地震加速度記録の差が反映されなかった。しかしこの事は、両地震波の加速度応答スペクトルは短周期成分($T=0.0s\sim 0.6s$)では差異が少ないこと、及び建物の固有周期は0.26s程度(解析より)であること



(a) 十勝沖地震



(b) 三陸はるか沖地震

図1 a フレームびびり割れ図

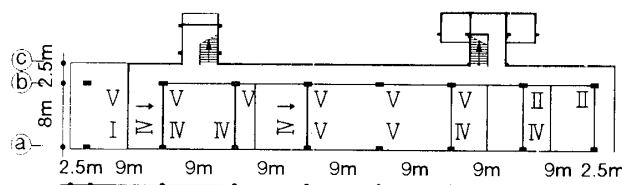


図2 1階平面図

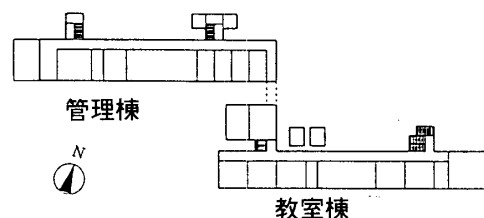


図3 配置図

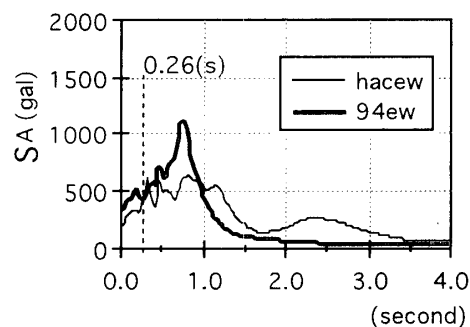


図4 地震波の弾性応答加速度スペクトル

Response Analysis of Building in Hachinohe-Higashi High School subjected to Two Earthquake Vibrations

MIZOBE Kanenobu and KITAYAMA Kazuhiro

により説明できる。図6に1階柱のせん断力(Q)とせん断強度(Qsu)の比(Q/Qsu)の時刻歴を示す。Qsuは修正荒川最小式により算定した。なお柱のせん断補強筋比 $p_w=0.10\%$ 、 $p_w \sigma_{wy}=3.52 \text{ kgf/cm}^2$ であった。図7にQ/Qsuが最大の時点でのそれぞれのヒンジ形成状況を示す。両地震波による解析とともに、梁降伏直前か直後の応答を得た。aフレームの十勝沖の2、3階床梁のひび割れ状況(よく見ればわかるひび割れ)と、解析による梁端部曲げ塑性率を比較すると、ほぼ対応していると思われる。しかし、両地震波による解析から求めたaフレーム2階柱のQ/Qsuには、ほとんど差がないのに対して、両地震によるひび割れ状況を見ると2階柱のせん断ひび割れの違いが大きく、この点から十勝沖解析結果はやや過大であったと判断する。

5) 考察 十勝沖地震の当時は、現在の教室棟の位置に管理棟とほぼ同じ構造の旧教室棟が存在していたが(図3)、基礎柱のせん断破壊及び圧壊により大破し、取り壊された。上部構造の内、基礎柱の破壊による建物沈下の影響を直接受けていない部分にも、一部の柱にせん断破壊や梁端部の大きな曲げひび割れなどの被害があった。この事から十勝沖当時、旧教室棟に隣接した管理棟にも相当の地震入力があったとするのが妥当である。そこで、管理棟の十勝沖による地震応答解析は極端に過大評価にはなっていないと判断する。すなわち、はるか沖と十勝沖による管理棟の応答の差異は解析通り、わずかであったが、そのわずかな差異によって、十勝沖の中破、はるか沖の倒壊という被害の違いが生じたと思われる。また、はるか沖当時のQsuは十勝沖当時に比べ経年、損傷によるコンクリート劣化の影響もあると思われる、図6の十勝沖のQ/Qsuは、小さくなる可能性もある。

6) まとめ 管理棟の十勝沖地震と、三陸はるか沖地震による被災度の差について考察した。両地震によるひび割れ状況から、十勝沖の応答ははるか沖に比べ小さいと判断できた。しかし、地震応答解析の結果もあわせると、両地震動による応答値の違いはわずかだったと結論づけられる。

<参考文献>*1)溝部、北山:「1994年三陸はるか沖地震により被災した八戸東高校の耐震性能」日本コンクリート工学年次論文報告集vol.19.1997.6(投稿中) *2)日本建築学会:「1968年十勝沖地震災害調査報告」,1968 *3)壁谷澤寿海:「鉄筋コンクリート壁フレーム構造の終局型設計法に関する研究」,東京大学博士論文,1985

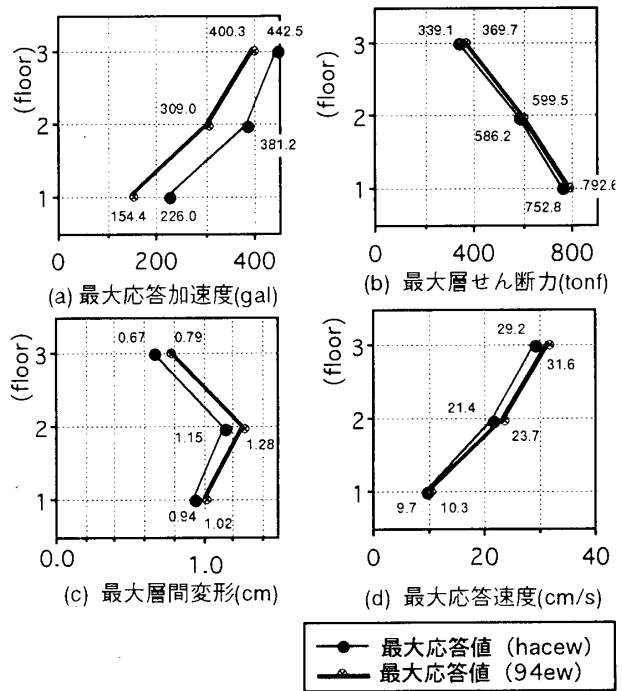


図5 地震応答解析による各応答最大値

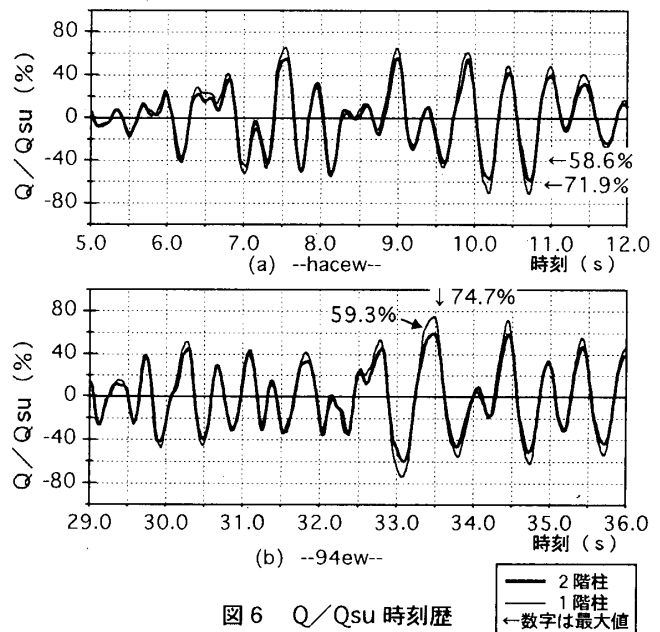


図6 Q/Qsu 時刻歴

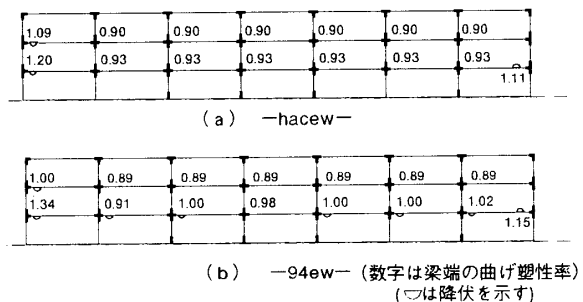


図7 aフレーム ヒンジ形成状況

1) 東京都立大学 大学院生
2) 東京都立大学大学院 助教授・工博

Graduate Student, Tokyo Metropolitan University
Associate Professor, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.