

I-B 95

三陸はるか沖地震における上下動の影響とみられる現象

八戸工業大学構造工学研究所 正会員 塩井幸武

1. はじめに

1994年12月28日21時19分に発生した三陸はるか沖地震(M=7.5)は八戸市を中心に大きな被害をもたらした。本地震は八戸市東方沖 200kmの海底から極浅い深度を震源とし、低角逆断層によるものとされている。そのためか八戸市では極めて強い地震動(最大加速度675gal)が観測され、気象庁の震度階は当地で既往最大のVIとなった(図-1)。

八戸市内の地震被害の中にはこれまでの説明に使われた水平地震動では理解しがたい被害形態がみられるのでそのいくつかを報告するものである。

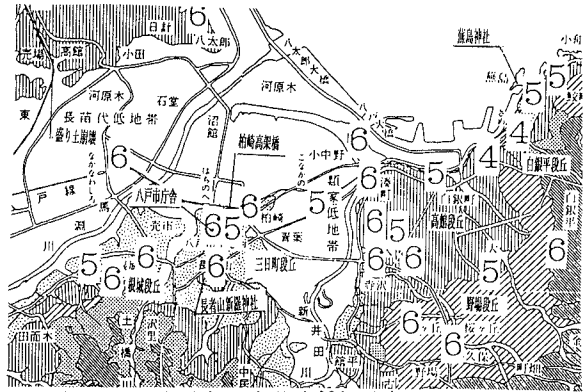


図-1 八戸市の地形地質と震度階

2. 八戸市内でみられた特異な現象

八戸市内における地震被害は第3紀または洪積時代の段丘台地(図-1)に多く分布している。沖積時代の軟弱な堆積層の上では被害が少ないのが特徴である。段丘台地は基岩である古生代、中生代の岩盤上に火山堆積物に覆われているものと比較的堅い洪積の砂層や粘性土層が厚く堆積したものの2種類である。前者には高館段丘、野場段丘、白銀平段丘等が属し、後者には三日町段丘、根城段丘などが属する。

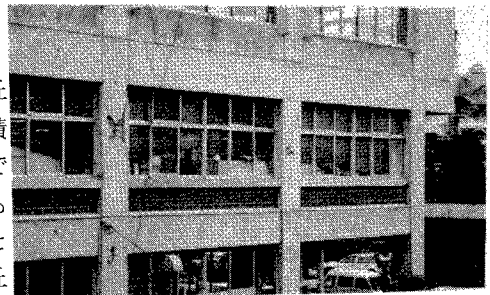


写真-1 八戸市庁舎の中間柱のせん断亀裂被害は段丘上または縁端部に多いが、露出した岩盤上や軟弱層上では少ない。

本地震では大きな加速度の割には構造物の被災は阪神大震災などと比べて少ない。しかし、被災したものの中には従来から設計の対象としている水平方向の地震動では説明しがたい破壊形状もしくは変状を生じたものが少なくない。主ないくつかのものを取り上げることとする。

写真-1は八戸市庁舎(三日町段丘上)の2階の柱の破損である。荷重の大きい中間の柱すべてにX状のせん断亀裂を生じたが、両端の柱にはわずかにヘアクラックがあるのみで外見上は健全である。

図-2はJR八戸線の柏崎高架橋(三日町段丘縁端部)の柱の破損で、柱頭部の鉄筋ははらみ出している。剥落したコンクリートの粗骨材はきれいにせん断されていたと記録されている*。

図-3はJR東北本線の八戸貨物駅陸奥市川駅間648k262m付近の上り線の盛り土約2600m³の崩壊と復旧を示すものである*。

1968年の十勝沖地震では同じ場所で法面滑りを生じたが、この度は基底の滑りであった。

写真-2は長者山新羅神社(三日町段丘上の小高い

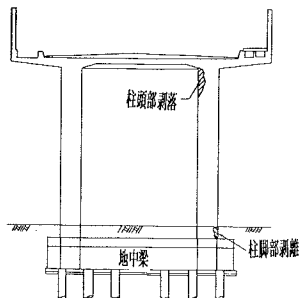


図-2 高架橋の柱部の破損

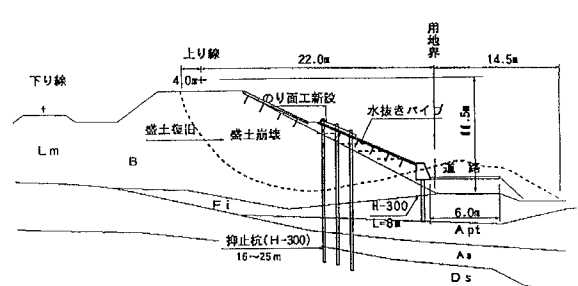


図-3 鉄道盛り土の崩壊と復旧工法

丘）の石灯籠である。積み上げたものは崩壊しているが、直立形のものには被害はなかった。写真－3は蕪嶋神社（岩礁上）の崩壊した自然石の碑と近傍の石塔である。石塔の様子から被災は水平力によるものとはいいがたい。図－4は長者山新羅神社の中の石碑である。根入長は16cmほど、台座が10cmほど水平に回転したのみである。

3. 考察

八戸市庁舎の中間柱の共役の亀裂が水平震度によるものであれば両端の柱にも斜めせん断の亀裂がみられてもよいし、亀裂の発生時点で部材の減衰定数は10%を超えるとみられるので各柱に等しくX状の亀裂を発生せしめる交番荷重が繰り返し作用したとは考えにくい。

図－2の被災は多くの地震でみられるものである。ここでは破損が片側の柱に集中していること、コンクリート骨材のせん断破壊がみられたことなどから水平方向の地震力による曲げモーメントで発生したものとは考えにくい。むしろ、鉛直方向波動の影響と考えた方が説明しやすい。

図－3ではこのような滑り形状をとった最大の理由は現地盤が洪積地盤と沖積の堆積層の境界にあったことによるが、円弧滑りの試算をしてみるとさらに安全率の低い滑り面も存在することから盛り土全体の上下動の可能性を否定しがたい。前後の盛り土でも滑りに至らなかったが、沈下した箇所も報告されている*。

写真－2はともに簡単なコンクリートのベースの上におかれているが、階段状に積み上げられた台座上の灯籠は漆喰の接着にもかかわらず台座の角石もろとも崩壊した。直立形のものの接合方法については不明であるが、水平力のみの影響とは考えられない。他の石碑にも鉛直動が作用したとみられる痕跡が残っている。写真－3は自然石の上に自然石を重ねてコンクリートモルタルで接着した石碑の被災と単純に重ねただけの石塔の比較である。石塔はわずかに回転しただけである。

図－4は薄くて高い石碑で、台座の内部はコンクリートと推定されるが、積み石に囲まれた大きな体積を有する。石碑になんらの破損はなく、単に回転移動があっただけである。地盤との摩擦係数を0.5とすると震度0.5の水平力が作用したことになり、石碑は形状から無事であることはできない。このことから主鉛直力が作用している中で回転移動だった可能性が高い。

4. あとがき

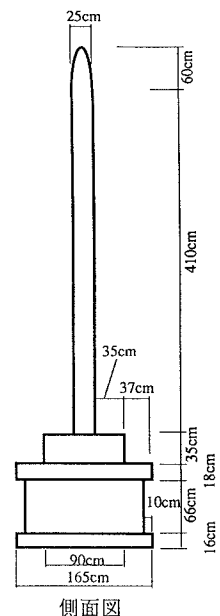
三陸はるか沖地震では鉛直方向地震動の影響が大きいと思われる被災例が多くみることができた。しかし、その波動特性、大きさ、到達時期など、不明な点が多いのでできるだけ早い時期にこれらの点を解明し、定量化することを提案したい。本文も定性的な記述となっているが、諸賢の御批判をお願いしたい。



写真－2 長者山新羅神社の石灯籠の比較



写真－3 蕪嶋神社の崩れた石碑と無事な石塔



側面図

図－4 新羅神社の背の高い石碑の寸法

*印 三陸はるか沖地震災害記録誌〔技術編〕、東日本旅客鉄道KK盛岡支社、平成8年1月