

八戸工業大学大学院 学生員 橋詰 豊
 八戸工業大学構造工学研究所 正会員 塩井幸武
 八戸工業大学 正会員 毛呂 眞

表-1 被害状況比較

	下長地区	吹上地区	鮫地区	三日町
水道被害	多	多	少	少
構造物被害 (被害率%)	少・軽 (1.2%)	多・重 (38.7%)	少・軽 (2.1%)	多・重 (35.8%)
地形	台地の縁の 沖積低地	二方を台地に囲まれ た沖積低地	台地 (田面木低位段丘) 一部、基岩路頭	台地 (田面木低位段丘)

1.はじめに 三陸はるか沖地震や兵庫県南部地震等の大地震では、構造物は地盤より伝わってきた地震エネルギーを自らの固有周期で揺れることにより吸収し、限界を超えると破壊する。これに対し、水道管は地盤の揺れと歪みにより直接的に破壊すると考え、これを検証するために地盤の地震応答計算を行い、実測した常時微動の卓越周期と地盤構成との比較検討を行った。

2. 調査・解析の方法 調査及び解析は、下長地区、吹上地区、三日町、鮫地区の4地点について行った。(図-1)それぞれの地点は水道被害、構造物被害のあった地点と被害が見られなかった地点の代表であり、特徴を表-1に示す。

)地盤卓越周期 常時微動測定は地点ごとの移動測定とし、固有周期1秒の常時微動計を用いて夜間から早朝にかけて行った。測定時間は5分~10分であり、この中から比較的安定していると考えられる部分を約41秒間抽出、0.02秒間隔でA/D変換したのちにFFT解析した。

)地盤応答計算 応答計算は、基岩内で得られた地震波を基盤に入力し、重複反射理論に基づく次元応答解析プログラム(Shake)により行った。地盤モデル各層の剪断波速度は地盤柱状図のN値を用い、 $V_s = 91.0 \times N^{0.337}$ 式より算出した。なお、計算上の基盤は、支持地盤となりうるN値50以上の層とした。入力地震波は三陸はるか沖地震時に八戸工業大学の地下-20m基岩(古世層)で記録された東西成分のもので、最大加速度は148galである。

3. 解析結果及び考察 解析の対象とした4地点の地盤柱状図を図-3~図-6に、解析の結果を図-7~図-10に示す。なお、図上段は応答解析からのスペクトル、図下段は常時微動測定より求めたスペクトルである。図-1に示した水道被害はいずれも道路での漏水であり、水道管の最小口径は13mm、材質は硬質塩化ビニール・鉄・石綿セメント管である。図-2(参考文献1)は建物被害と水道の被害分布を比較したもので両者の被害分布が微妙に異なること



図-1 道路漏水箇所

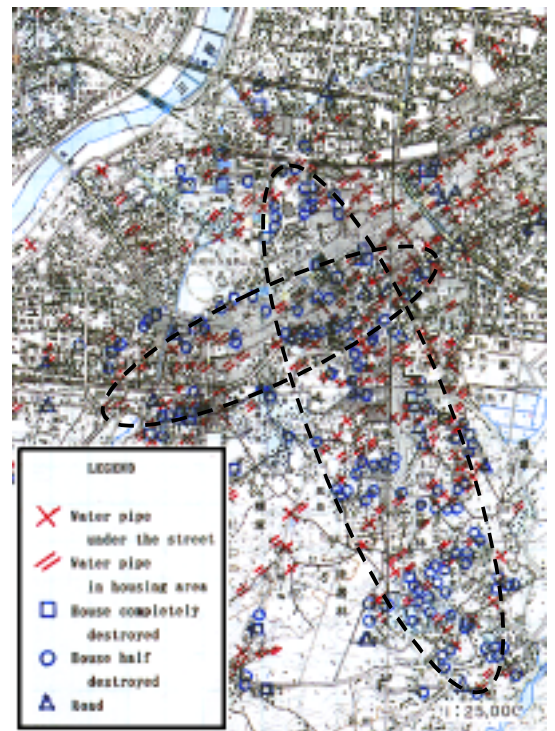


図-2 建物と水道の被害箇所分布

キーワード：常時微動、卓越周期、表土層、水道被害、建物被害、Shake

連絡先：八戸工業大学構造工学研究所 Tel 0178-25-3111 (内 3108) e-mail www-shioi@stud.hi-tech.ac.jp

が解る。包絡線は建物被害の多い地区を示す。

4 地点のうち、下長地区では沖積層が厚いために、卓越周期は約 1 秒と長いものになった。鮫地区は岩盤上の埋立土の影響で 0.4 秒付近に卓越周期がみられる。吹上地区と三日町は洪積台地の上にローム土が被覆しており、卓越周期は 0.3 秒付近にある。地層構成をモデル化して shake による応答計算で算出したスペクトルは常時微動の測定結果とスペクトル形状がほぼ一致している。

建物被害は卓越周期 0.3 秒付近の三日町や吹上地区などの表層厚が約 10 m 程度の二層系の洪積台地で多く見られ、沖積地盤である下長地区や岩盤の浅い鮫地区等では少ない。卓越周期 0.2 ~ 0.3 秒の地盤では建物の固有周期に近いために被害が拡大したと考えられる。

水道被害は、建物被害の多かった三日町では少なく、台地の狭間になっている吹上地区では多く発生している。下長地区では沖積地盤上では少ないものの、沖積地盤と台地の境界付近では多く発生しており、岩盤の浅い鮫地区は応答加速度の値も小さく、水道の被害もほとんどみられない。これより、水道は地盤中に埋設されているために、地層の境界、地形の起伏の大きい地帯で被害が生じやすいこと、比較的大きな地震動でも被害は少なく地盤の卓越周期に影響されがたいことなどがわかる。

4. まとめ 1) 構造物は固有周期に近い卓越周期を有する地盤において被害を受けやすい。これに対して水道被害は主に傾斜地、地層境において被害を受けやすい。2) 地盤をモデル化して基盤の入力地震動に対する応答計算から得られたスペクトルは実測した常時微動のスペクトルに近い形状を得る事ができた。これにより地盤振動スペクトル形状はN値50の基盤より上の、ごく浅い地層の影響を強く反映していることが判明した。3) 構造物の被害は地盤の卓越周期、加速度レベル等に影響されやすいので常時微動測定は地盤の卓越周期、応答レベルを推定するのに有効と考えられる。

参考文献

1) 堀田報誠：地質・地盤特性、地盤工学会平成6年三陸はるか沖地震災害調査報告書、pp.47-56、平成8年4月15日
 2) 橋詰豊、毛呂眞：1994年三陸はるか沖地震における建物被害分布と微動特性 その1 微動のスペクトル特性、日本建築学会1996年度大会学術講演梗概集、pp77~78、1996年9月

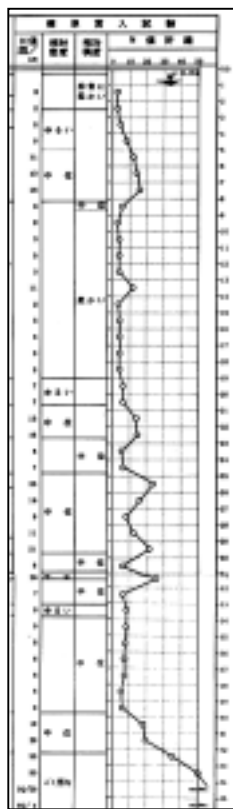


図-3 下長柱状図

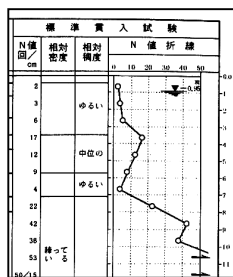


図-4 吹上柱状図

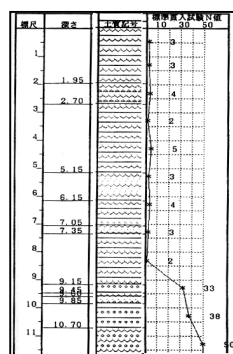


図-5 鮫柱状図

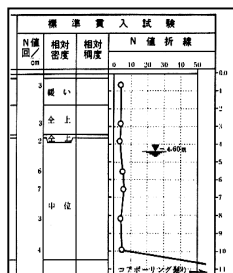


図-6 三日町柱状図

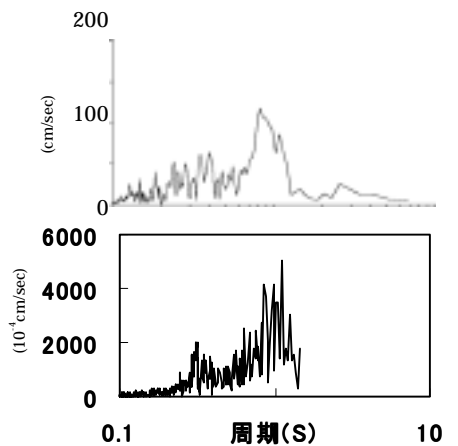


図-7 下長地区

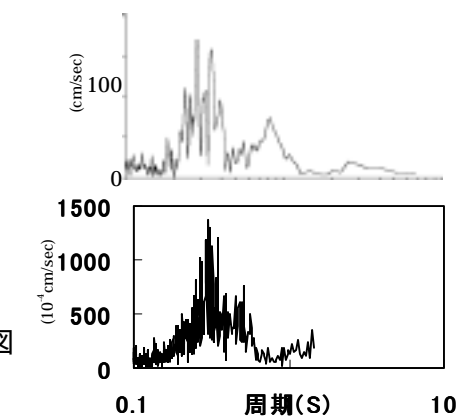


図-8 吹上地区

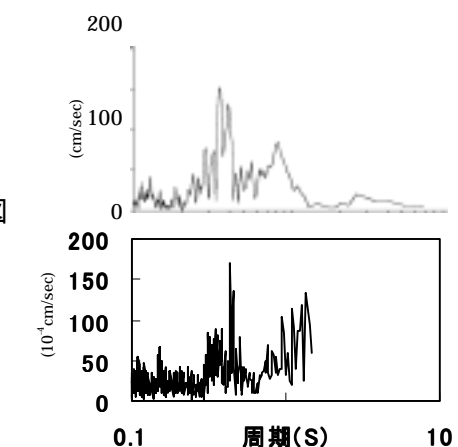


図-9 鮫地区

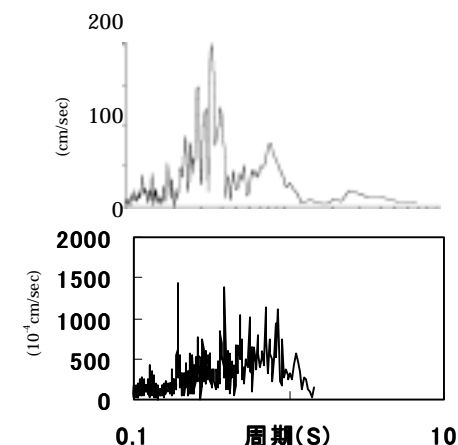


図-10 三日町