

Ⅲ－42

沿岸地域を対象とした地震時挙動解析

福島工業高等専門学校 学生員○大和田 祐加

福島工業高等専門学校 正会員 森田 年一

1. はじめに

2004年10月に発生した新潟県中越地震や、1995年1月に発生した兵庫県南部地震では液状化により多大な被害が生じた。また、これまでの地震においても沿岸地域を中心に液状化が発生し、さまざまな都市施設に被害が生じている。

そこで本研究では液状化が発生する条件や、地震の強さ、地盤の強さと液状化による被害の大きさの関係について検討し、今後の液状化対策、防災対策に役立てることを目的として福島県小名浜港における地震時挙動解析を行った。

2. 研究方法、対象地盤・入力波

本研究で対象とした地盤は、小名浜港における強震計設置地点の地盤である。対象地盤は、地表から深度1.3mが盛土・瓦礫、深度1.3～7.05mが中砂、深度7.05～11.05mが固結シルトである。また、標準貫入試験から算出された深度毎のN値を図-1¹⁾に示す。解析に用いた地震波は、2004年1月23日に発生した福島県沖地震において小名浜港で観測された深度11.5mにおける波形である。最大加速度を表-1²⁾に示す。

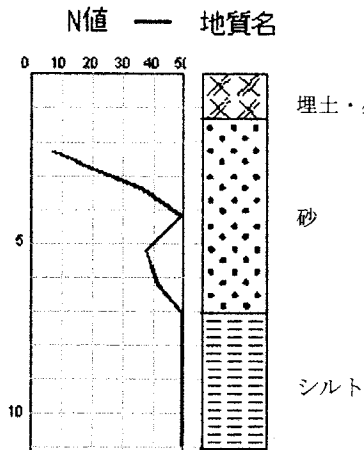


表-1 解析に用いた地震波の最大加速度

震源地名	観測地点	最大加速度 (m/s ²)	
		水平	鉛直
福島県沖	小名浜・地表	0.481	0.231
福島県沖	小名浜・深度11.5m	0.120	0.088

本研究では液状化による構造物被害予測プログラム(FLIP)³⁾⁴⁾を用いて解析を行なった。まず、前述の福島県沖地震におけるシミュレーション解析を行い、地表における観測波と解析波の比較をし、地盤モデルの妥当性を検証した。そのうえで入力地震波の振幅レベルをさまざま変更させて解析を行い、各レベルにおける入力加速度と過剰間隙水圧比・せん断ひずみ・地表水平変位の関係から、各深度における地盤内の挙動や、地表における挙動について検討した。

図-1 小名浜港の地盤 (N 値)

3. 解析結果

解析の結果得られた地表の解析波を、福島県沖地震における地表の観測波とあわせて図-2に示す。図-3に観測波と解析波のフーリエスペクトルを示す。観測波と解析波はともに5Hz、10Hz前後の2点において、卓越しており、概ね整合性が認められることから、地盤モデルには妥当性があると考えられる。次に入力加速度を1～50倍に変更して解析を行なった結果を示す。

図-4は、入力水平最大加速度と前述の解析で過剰間隙水圧比が最も大きかった深度1.6mにおける最大過剰間隙水圧比の関係である。過剰間隙水圧比とは地

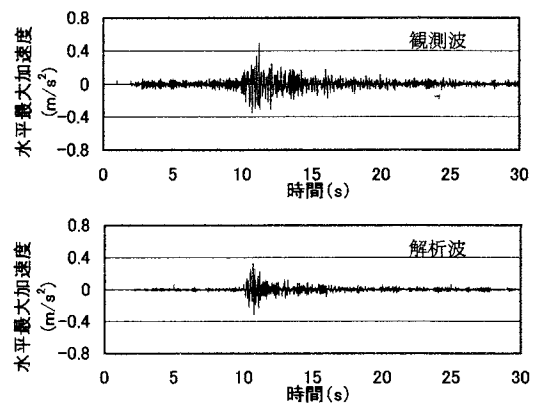


図-2 地表の観測波と解析波

震時における地盤内の有効応力と間隙水圧の割合であり、0～1の間の値で表される。1に近づくほど液状化していると判定され、小名浜港の地盤深度1.6m地点では、約 1.0m/s^2 の入力水平最大加速度で液状化すると考えられる。

次に深度1.5～2.7、1.5～6.55mの範囲において地盤改良を行なったと仮定して解析を行なった。図-5に深度1.6mにおける、地盤改良前後の入力水平最大加速度と最大せん断ひずみの関係を示す。図-5から地盤改良後の地盤では、せん断ひずみが小さくなることが分かる。液状化が発生せず変形が生じない為、せん断ひずみが小さくなると考えられる。

図-6に、地盤改良前後の入力水平最大加速度と地表における最大水平変位の関係を示す。図-6から 2.5m/s^2 付近の入力水平最大加速度に対し、地盤改良の効果が高いことが分かる。一方 6.0m/s^2 付近では、改良地盤の地表最大加速度が大きくなり、同様に最大水平変位も大きくなる為、液状化対策による変位抑制の効果が無いと推測できる。

図-5及び図-6より、改良範囲の違いによる液状化対策の効果に差異が見られない為、本ケースでは深度1.5～2.7mの範囲を改良するだけでも、相応の効果があると推測できる。

4. まとめ

- ・観測波と解析波に一応の整合性が見られた為、地盤モデルの妥当性が概ね認められたと考えられる。
- ・地盤改良を行なうことにより、 2.5m/s^2 付近の加速度に対して改良の効果が高いと考えられる。
- ・改良地盤においても、地震動が比較的大きい場合は地震力により変形が発生し、液状化対策による変形抑制の効果は見られないと推測できる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、独立行政法人港湾空港技術研究所による港湾地域強震観測の、地震データ及び地盤データを利用させて頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 一井康二他：港湾地域強震観測地点資料(その6)
；港湾技研資料，1999
- 2) 港湾空港技術研究所：港湾地域強震観測
<http://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/shindo/index.htm>
- 3) S.Iai, et. al. : STRAIN SPACE PLASTICITY MODEL FOR CYCLIC MOBILITY
；SOILS and FOUNDATIONS, Vol.32, NO.2, 1-15
- 4) 森田年一他：液状化による構造物予測プログラム FRIP
において必要な各種パラメタの簡易設定法
；港湾技研資料，1997

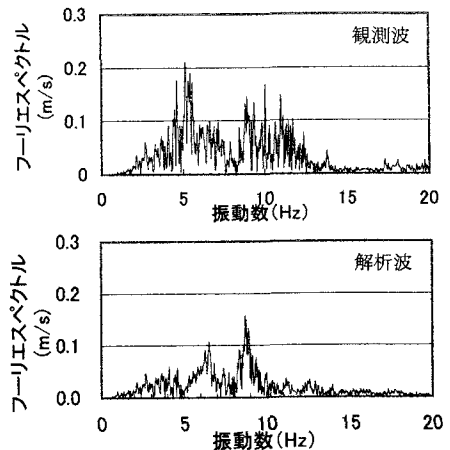


図-3 フーリエスペクトルの比較

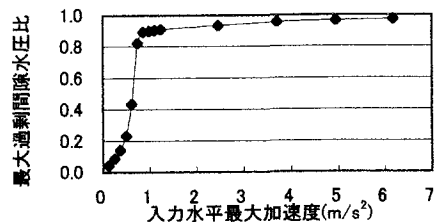


図-4 過剰間隙水圧比の変化(深度1.6m)

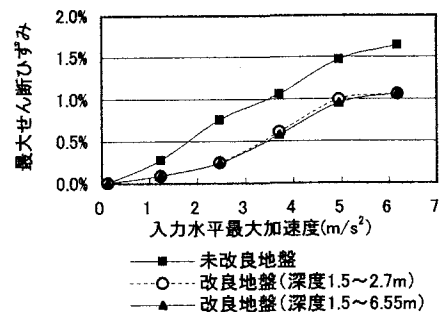


図-5 せん断ひずみの変化(深度1.6m)

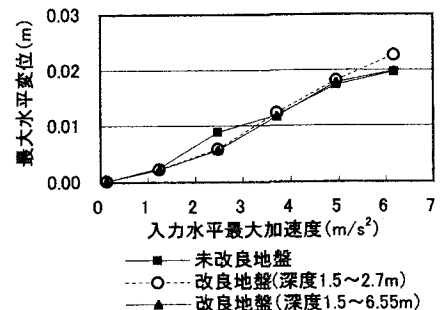


図-6 最大水平変位の変化