

研究テーマ－河川堤防の液状化解析

研究背景と目的

2011 年に発生した東日本大震災により, 2,000 箇所以上の河川堤防が被害を受けた。東北地方整備局の調査*によると, その被害の主な要因は, 地盤の液状化であった。すなわち, 液状化現象を予測し, 将来的に被害を未然に防ぐためには, 数値解析を用いて地盤の液状化現象を再現する必要がある。本研究の目的は, 地震時の地盤の液状化挙動および地震後の圧密挙動の予測における有限要素法プログラム COMVI2D-DY**と地盤の構成モデルの開発と検証を行うことである。

研究手法

本シミュレーションでは, 東日本大震災によって深刻な被害を受けた河川堤防をモデル化した。有限要素法プログラム COMVI2D-DY は, 有限変形理論に基づく空気-水-土連成動的解析手法であり, 地震時の地盤の液状化現象と堤防の破壊パターンをシミュレーションするのに用いられる。地盤の構成式には繰返し弾塑性モデル及び繰返し弾粘塑性モデルを用いる。また, 地震後の圧密解析も検討する。

研究成果

検討する堤防の地形, 地震後の地下水面および地面下の地形図を Figure.1 に示す。また 200 秒間の地震動を与えた直後のシミュレーション結果を Figure.2 および Figure.3 に示す。Figure.2 は, 蓄積塑性ひずみの分布を表している(GAMP)。また平均骨格応力の分布を Figure.3 に示す。水面下の堤防内で高いひずみ(最大 490 %)が発生していることがわかる。さらに, 平均骨格効力がほぼゼロの状態に近づくにつれて, 堤防内部の水面下の地盤が完全に液状化している。

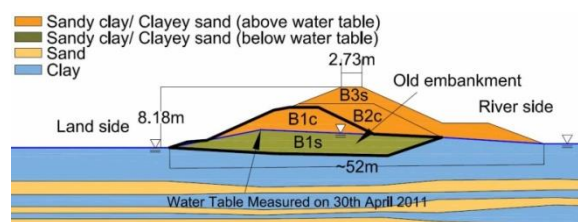


Figure.1 Embankment section

0.00 0.98 1.96 2.94 3.92 4.90

0.2 20.2 40.1 60.1 80.0 100.0

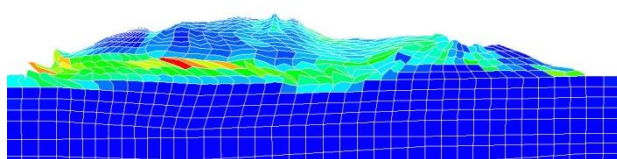


Figure.2 GAMP distribution after 200s

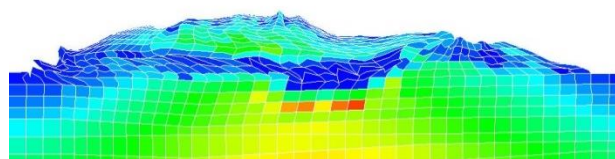


Figure.3 Mean skeleton stress (kPa) distribution after 200s

*国土交通省東北地方整備局, 2011. 北上川等堤防復旧技術検討会報告書(資料編)

**Oka, F. and Kimoto, S., 2012. Computational modeling of multiphase geomaterials

Research theme – Liquefaction analysis of river embankment

Research background and objective

More than 2000 river embankments were damaged during the 2011 Tohoku earthquake. According to the investigation done by Tohoku Regional Bureau*, the main cause of damage was soil liquefaction. Therefore, in order to predict liquefaction phenomenon and avoid future losses, it is necessary to consider soil liquefaction in numerical analysis. The objective of this research is to develop and validate a finite element program, COMVI2D-DY**, and constitutive models for soils in prediction of soil liquefaction behavior during earthquake and consolidation behavior after earthquake.

Research method

One of the severely damaged embankments during Tohoku earthquake is selected for simulation. Finite element program COMVI2D-DY, which is formulated based on the finite deformation theory, and using an elasto-plastic model and an elasto-viscoplastic model, is used for simulating the soil liquefaction phenomenon and embankment failure pattern during the earthquake. Consolidation analysis after the earthquake is also studied.

Results & Discussion

Embankment geometry, measured water table after the earthquake and underneath ground profile are shown in Figure 1. Simulation results after 200s earthquake are shown in Figure 2 and Figure 3. Figure 2 presents the distribution of accumulated plastic deviatoric strains (GAMP). Distribution of mean skeleton stress is shown in Figure 3. High strain (up to 490%) occurred within the embankment below water table. In addition, it could be observed that the embankment soil below water table is completely liquefied as mean skeleton stress was almost reduced to zero.

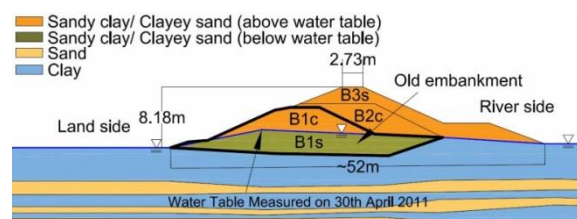


Figure.1 Embankment section

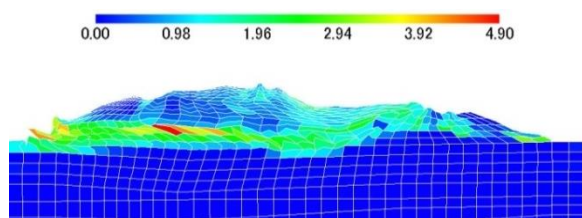


Figure.2 GAMP distribution after 200s

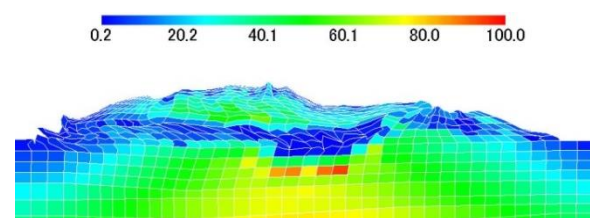


Figure.3 Mean skeleton stress (kPa) distribution after 200s

*国土交通省東北地方整備局, 2011. 北上川等堤防復旧技術検討会報告書(資料編)

**Oka, F. and Kimoto, S., 2012. Computational modeling of multiphase geomaterials