衝撃作用を受ける土構造物の有限要素シミュレーションに関する基礎的検討

(株)地震工学研究所 正会員 〇渡邉 泰介

群馬大学大学院 国際会員 若井 明彦

1. はじめに

自然災害に起因する落石,土砂崩壊,土石流などに対し,これまでに様々な対策工が検討され,設置されて いる.これら衝撃作用を受ける土構造物の安全性評価に対し,より合理的で経済的な設計が強く求められてい る.補強土を用いた落石防護壁を例にとると,例えば,衝撃力載荷実験により衝撃力による壁体限界耐力の評 価を行うとともに、3次元動的弾塑性 FEM 解析による詳細な性能評価が試みられている^{1),2)}.実験による性能 照査には限界があることが予想されるため,シミュレーションによる評価法の活用が望まれる.また,過去に 被災した構造物に対する評価など,長期に渡るメンテンナンスの際にも活用が期待できそうである.そこで, 本検討では、3次元動的弾塑性 FEM による衝撃解析を試みるため,ジオグリッド補強土壁の表面に重錘を衝突 させる衝撃力載荷実験²⁾を事例とした感度分析を行った.

2. 解析方法の概要

衝撃解析は,落石等の衝突物及び対象構造物を有限要素メッシュ(20 節点アイソパラメトリック要素)で モデル化し,衝突物の要素に初速度とその方向を与え,衝突後の系の変化を時刻歴応答解析によって追跡する. なお,衝突物表面には,接触判定を行うための接触要素が付加される.また,土の構成モデルには Wakai & Ugai (2004)による繰り返し載荷モデル,または弾完全塑性モデルを仮定する.

3. 解析事例

若井ら³⁾の実験及びシミュレーションを参考にし、衝撃解析の感度分析を行った.解析で用いた FEM メッシュ図及びモデル寸法,解析結果を比較するためのポイント位置(実験計測位置)を図-1に示す.解析に使用するモデルは、高さ 30cm 毎に 2 種類のジオグリッドで敷設され、表面を溶接金網と不織布で被覆された補強 土である.盛土材は細粒分混じり砂である.解析に使用する材料定数を表-1に示す.実験の詳細は文献²⁾を 参照されたい.なお、実験では重錘を同一個所に 2 回載荷しているため、解析においても連続載荷を行った.



図-1 FEM メッシュおよび寸法,結果の比較位置

キーワード 衝撃力,有限要素法,補強土
連絡先 〒160-0004 東京都新宿区四谷 4-27-2 新宿 Y ビル 2 階 (株)地震工学研究所 T E L 03-3226-8735



表―1 解析で用いた材料定数一覧(要素試験等に基づく)





図-3 2回目衝突終了時(0.56(s))における残留変形図

図-2に比較位置における x 方向の加速度, 土圧, ひずみの時刻歴応答の比較を示す. 解析の各時刻歴応答の値は,実験値に比べて小さめの結果となった. 図-3に示す陥没量についても,やはり実験値に比べて解析では小さい値となっている. また,実験では 2 回目の増分変位が 1 回目と比べて小さくなるが,解析では 1 回目と 2 回目でほぼ同程度の変位増分となっている. 物性値を含め,解析内容の再考の必要がある.

4. まとめ

3次元動的弾塑性 FEM により、ジオグリッド補強土壁の表面に重錘を衝突させる衝撃力載荷実験²⁾を事例とした感度分析を行った.以上の結果を踏まえ、その要因の分析と数理モデルの高精度化を図りたい.

参考文献

- 若井明彦・間 昭徳(2009):ジオグリッド補強土壁の耐衝撃力性能に関する実験的検討,第44回地盤 工学研究発表会,pp.1379-1380.
- 2) 若井明彦・間 昭徳(2010): 衝撃力を受けるジオグリッド補強土壁の有限要素シミュレーション,第 45 回地盤工学研究発表会, pp. 1425-1426.