# 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

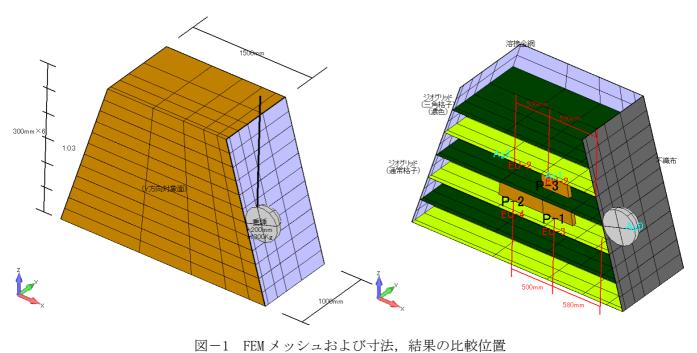
自然災害に起因する落石,土砂崩壊,土石流などに対し,これまでに様々な対策工が検討され,設置されている.これら衝撃作用を受ける土構造物の安全性評価に対し,より合理的で経済的な設計が強く求められている.補強土を用いた落石防護壁を例にとると,例えば,衝撃力載荷実験により衝撃力による壁体限界耐力の評価を行うとともに,3次元動的弾塑性 FEM 解析による詳細な性能評価が試みられている 1),2). 実験による性能照査には限界があることが予想されるため,シミュレーションによる評価法の活用が望まれる.また,過去に被災した構造物に対する評価など,長期に渡るメンテンナンスの際にも活用が期待できそうである.そこで,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



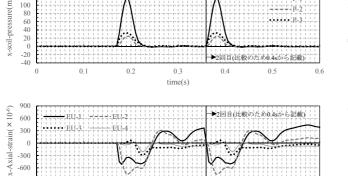
キーワード 衝撃力,有限要素法,補強土

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 TEL03-3226-8735

	換算厚(mm)	$E(kN/m^2)$	v	$c (kN/m^2)$	$\varphi(kN/m^2)$	$K_{cv}$	$b\gamma_{G0}$	n	$\gamma_t(kN/m^3)$	α	β
溶接金網	5.20	7.61E+06	0.3	3807.0	0.0	_	_	_	9.37	0.05711	0.000578
不織布	5.00	1.00E+03	0.3	∞	_	_	_	_	0.10	0.05711	0.00057
補強材 (通常格子)	1.00	6.19E+05	0.15	20000.0	0.0	_	_	_	3.92	0.05711	0.00057
補強材(三角形状)	1.00	3.13E+05	0.15	12500.0	0.0	_	_	_	2.45	0.05711	0.00057
盛土材	_	$p'$ 増加時: $E=6860 \sqrt{P'_{\theta}}$ $p'$ 減少時: $K_{comp}=E/3(1-2v)  imes 0.10$ $p_{\theta}'$ 初期拘束圧 $0.10$ :一次元圧縮試験より 土の塑性体積圧縮ひずみを考慮	0.25	10.4	37.4	3.47	6.00	1.65	17.8	0.1142	0.00115
30 20 A-0(x0.1) 10		→2回目(比較のため04sから記載)	3 (2s/m) 2 -3 -3	0		10日			→2回目	A-	(×0:1)
	0.2	0.3 0.4 0.5 0.6		0	0.1	0.2		).3 ne(s)	0.4	0.5	0.6
0 0.1		time(s)									

----P-2

で田 ハた 北州 学粉 (冊主針験盤に甘べく)

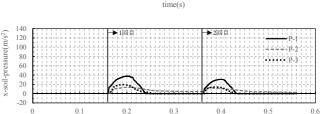


0.3

time(s)

0.4

0.5



time(s)

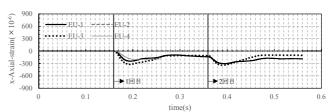


図-2 比較位置における x 方向の加速度、土圧、ひずみの時刻歴応答の比較(左:実験、右:解析)

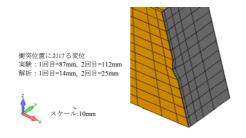


図-3 2回目衝突終了時(0.56(s))における残留変形図

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

-600

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<sup>2)</sup>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

- 1) 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.