

I-15 ブロック擁壁の耐震解析法に関する一考察

愛媛大学工学部 正員 大賀 水田生 愛媛大学大学院 学生員 ○楠 本 裕 樹
日本興業(株) 正員 松 山 哲 也 愛媛大学大学院 学生員 眞 鍋 保 寛

1. はじめに

阪神淡路大震災や芸予地震などにより、土留め擁壁に多くの被害が発生している。特に、空積みと呼ばれるコンクリートブロックを積み重ねただけの擁壁(以下、空積み擁壁と略す)は、耐震性能において、コンクリートを充填したものと比べて劣ることが明らかになっている。宅地、田畑等の土留めとして多用される空積み擁壁は耐震性を考慮せずに構築されており、地震時に倒壊し、人的被害を発生させる可能性がある。したがって、この空積み擁壁に対して、地震に対する安全性を検討し、必要に応じて耐震性の向上を図る必要がある。そこで、本研究では空積み擁壁の耐震性を評価する方法として、コンクリートブロックの滑り出しを考慮できる FEM 動的応答解析法について述べるとともに、この解析法の基本的な特性について数値計算例を用いて考察する。

2. FEM 動的応答解析

要素について 解析に用いる要素は 20 節点を有するアイソパラメトリックソリッド要素とする(図-1)。

摩擦要素の導入 本解析法では、地震時にコンクリートブロックが滑り出す現象を表現するためにコンクリートブロック間に非常に薄い要素(摩擦要素)を導入している。コンクリートブロックの滑り出しの発生は、ブロック間に作用するせん断力がある値より大きくなった場合に引き起こされると考えられる。本研究における摩擦要素はブロック間に作用するせん断力が摩擦力より大きくなった場合に応力一ひずみマトリックスのせん断力に対応する成分を低減することによりブロックの滑り出しを表現する。

$$D = \frac{E \cdot (1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1 & \nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & 1 & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & \nu & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \times A & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \times A & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここに、A は低減係数であり、せん断剛性の低減の程度を表す。

3. 数値計算例

解析モデルおよび入力外力 本数値計算例に用いた解析モデルは図-2 に示すような 3 段モデルである。

動的応答解析に用いた入力外力は図-3(a), (b)に示

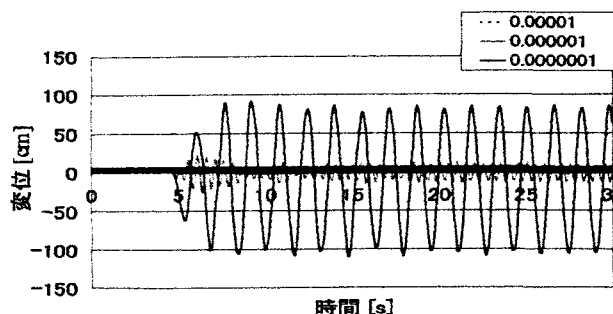
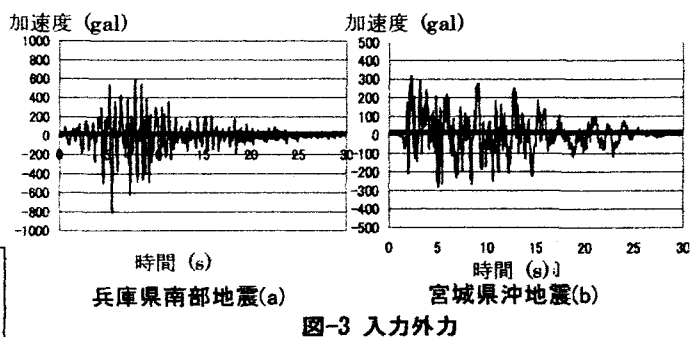
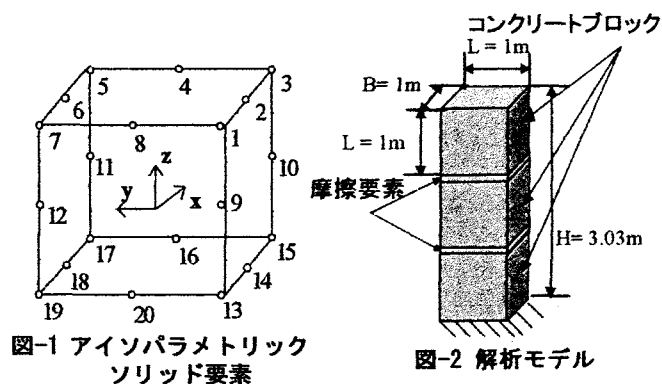


図-4 摩擦要素のせん断合成が動的挙動に及ぼす影響

表-1 滑り出し開始時間[s]

要素	A		
	0.00001	0.000001	0.0000001
摩擦1	4.65	4.65	4.65
摩擦2	4.77	4.86	5.25

す2種類の観測地震動加速度である。

- Input.1・・・兵庫県南部地震 神戸海洋気象台 N-S
(最大加速度：812.0 [gal])
- Input.2・・・宮城県沖地震 開北橋
(最大加速度：318.8 [gal])

せん断剛性の低減率が動的挙動に及ぼす影響 式(1)の低減係数Aの値を種々変化させた場合の応答解析を行った。入力外力は Input.1(図-3(a))を用いている。図-4に擁壁上端での応答変位の比較を示しており、表-1にはコンクリートブロックが滑り出す時間の比較を示している。図-4および表-1より、低減係数Aの値の変化に伴い、滑り出し以降の応答変位および滑り出し時間も変化する結果が得られている。この応答変位の大きさを参考にして、以後の解析では低減係数A = 0.000001を使用することとした。

図-5に摩擦要素を導入した本解析法と従来の摩擦要素を導入しない解析法による擁壁上端での応答変位の比較を示している。図-5より従来の解析法ではほとんど変位が生じていないのに対し、本解析法ではコンクリートブロックの滑り出しが4.65秒で発生した。

入力外力による比較・検討 図-6に Input.1, Input.2 を与えたときの擁壁上端での応答変位を示すとともに、図-7には時刻t=6.40秒での変形状態の比較を示している。図-6, 7より、Input.2 ではコンクリートブロックの滑り出しは発生していないのに対し、Input.1 では、t=4.5秒付近で応答変位が急激に大きくなっている。

4. 結論

摩擦要素を導入した空積み擁壁の安全性検討のための FEM 動的応答解析法について述べるとともにその基本的な特性について検討を行った。本解析法を用いることにより、従来の FEM 解析法では考慮できなかったコンクリートブロックの滑り出しを表現できることが確認できた。異なる地震での観測波を入力した解析を行い、コンクリートブロックの滑り出しの有無を検討した。なお、図-2の3段モデルの他にも、4段、5段モデルの解析も行ったが、必ずしも段数が多くなるほど応答変位が大きくなるとは限らないという結果も得られた。今回は、摩擦要素のせん断剛性の低減係数をはじめ、多くのパラメータを暫定的に仮定して解析を行っており、これらのパラメータの検討が必要である。

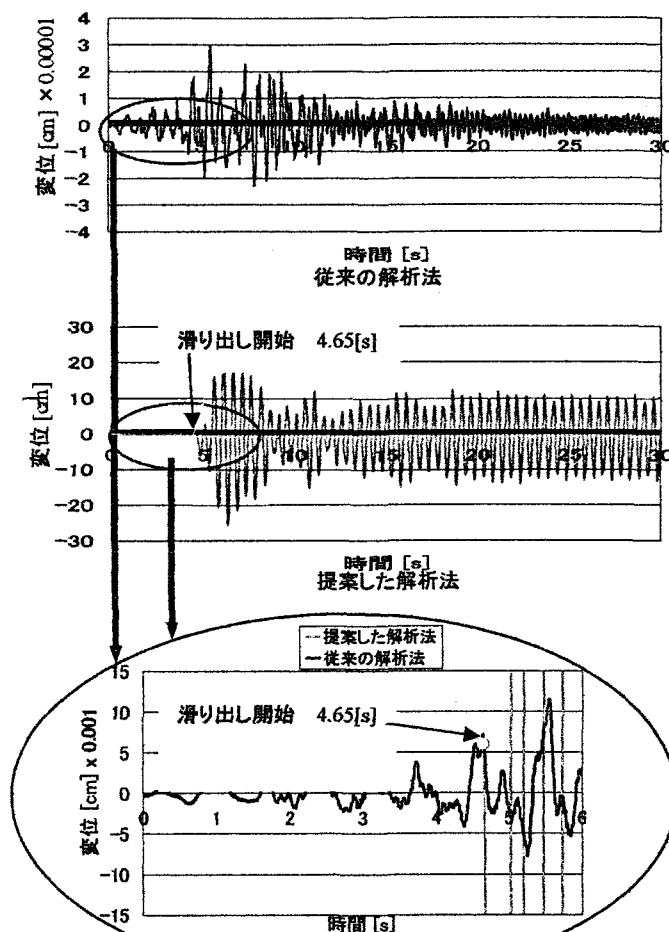
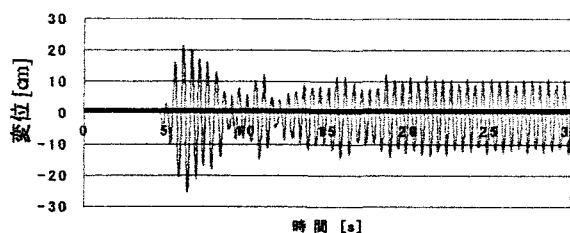
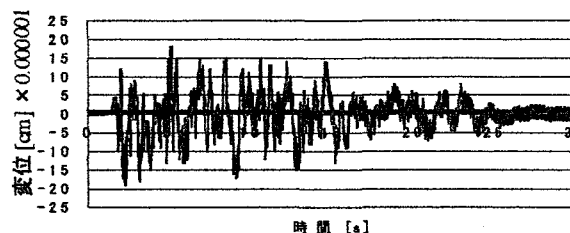


図-5 従来の解析法との比較

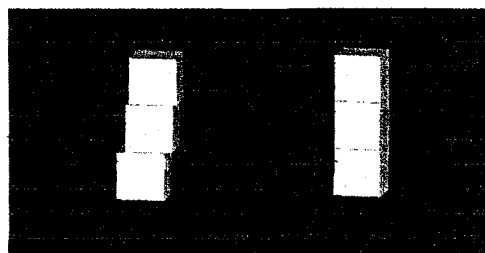


(a) 兵庫県南部 (INPUT.1)



(b) 宮城県沖 (INPUT.2)

図-6 応答変位の比較



(a) INPUT.1 (b) INPUT.2.3

図-7 変形図の比較