

I-16 ブロック擁壁—背面土の動的応答解析法について

愛媛大学工学部
日本興業(株)

正 員 大賀 水田生
正 員 松 山 哲 也

愛媛大学大学院
愛媛大学大学院
愛媛大学大学院

学生員 楠 本 裕 樹
学生員 ○眞 鍋 保 寛
学生員 西 元 佑 樹

1. はじめに

工場で製作したコンクリートブロックを現場で建設するブロック擁壁は、施工性に優れた構造形式であり、最近盛んに建造されている。しかしながら、動的挙動や耐震性能が検討されないまま施工され、耐震性を明らかにする必要がある。ところで、ブロック擁壁の動的挙動をより正確に解析するためには、通常の FEM 動的解析をそのまま適用することはできない。そこで本研究では、ブロック擁壁が地震力などの動的な荷重を受ける場合の FEM 応答解析を精度よく行うために、従来の FEM 応答解析法に 2, 3 の改良を加えた FEM 応答解析法を提案するとともに、提案した解析法の妥当性・有効性を簡単な数値計算例により考察する。なお、本研究で行った改良は、1) コンクリートブロック間の拘束の程度およびずれを考慮できる“摩擦要素”の導入、2) 応答時のコンクリートブロックと背面土の接触・非接触問題を取り扱う“境界非線形”の導入である。1) については昨年度報告しているのので、ここでは、2) についてのみ述べる。

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)。

境界非線形の導入 本解析法では、応答時のコンクリートブロックと背面土の接触、非接触を考慮するため、コンクリートブロックと背面土の境界面では 2 重節点とし(図-2)、応答解析の各時間ステップで変位および応力をチェックすることにより境界面の接触、非接触を考慮しながら応答解析を行っている。各時間ステップでの手順は、①コンクリートブロックと背面土の境界面での食い込みのチェック②食い込みがある場合は境界が接触していると判断し、2 重節点を結合し解析を行う③結合した節点での応力をチェックし、応力が引張の場合は非接触と判断し、拘束を解除(2 重節点)し解析を進める(図-3)。

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

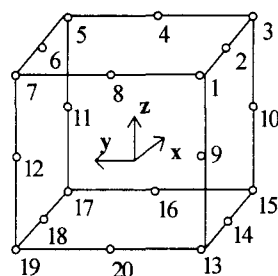


図-1 アイソパラメトリックソリッド要素

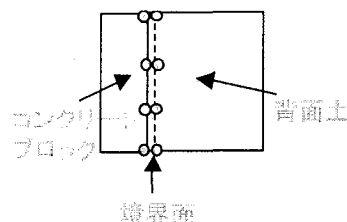


図-2 境界非線形を導入したモデル

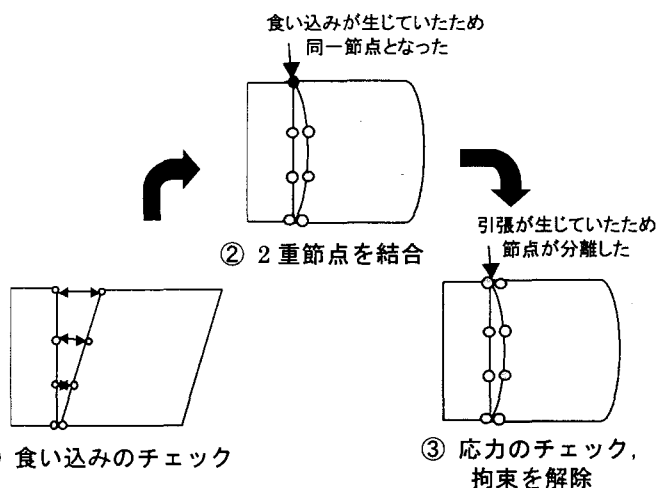


図-3 接触問題

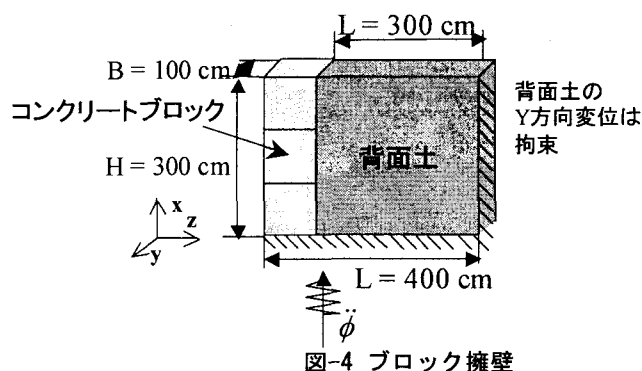


図-4 ブロック擁壁

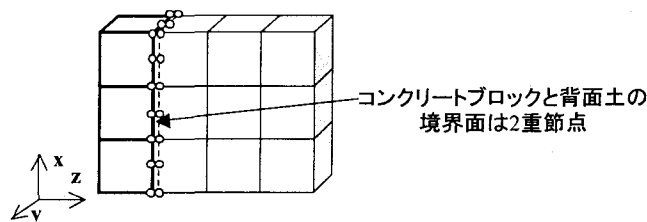


図-5 解析モデル

のは図-4に示すようなコンクリートブロックと背面土からなるブロック擁壁である。解析モデルについては先ほど説明した図-5に示すコンクリートブロックと背面土の境界面に2重節点を用いたモデルである。動的応答解析に用いた入力外力は図-6に示す時間とともに入力加速度の振幅が大きくなる加速度である。

$$\ddot{\phi}(t) = a \sin 2\pi ft \text{ [gal]} \quad t: \text{時間 [s]}$$

$$(a = 100t \text{ [s]}, f = 0.5 \text{ [Hz]})$$

境界非線形を導入した解析法の基本的特性 図-7(a), (b), (c)に、ブロック擁壁自由端でのコンクリートブロックと背面土の水平変位(変位) d_c, d_s , コンクリートブロックと背面土の距離 Δd , および自由端での z 方向垂直応力(垂直応力) σ_z の時間的な変化を示している。図-7の陰をつけている時間帯は、ブロック擁壁の自由端でコンクリートブロックと背面土が接触していることを示している。コンクリートブロックと背面土の接触状態を図-7を用いて以下に述べる。

①時刻 $t < t_1$ ではコンクリートブロックと背面土が接触($\Delta d = 0$)しており、かつ垂直応力が圧縮($\sigma_z < 0.0$)となっているので、この節点は同一節点として解析を行う。したがって自由端のコンクリートブロックと背面土の変位は $d_c = d_s$ となっている(図-7(a), (c))。

②時刻が $t = t_1$ になると垂直応力が引張($\sigma_z > 0.0$)となるため、拘束していた節点を2重節点に戻す(図-7(c))。

③したがって、時刻 $t_2 > t > t_1$ では、コンクリートブロックと背面土が異なる大きさの変位を示している(図-7(a))。

④時刻が $t = t_2$ になるとコンクリートブロックと背面土が再び接触し($\Delta d = 0$)、かつ垂直応力が圧縮($\sigma_z < 0.0$)となっているので、この節点は再び同一節点として解析を行う(図-7(a), (c))。

⑤以上の操作を時刻 t_3, t_4, t_5 と繰返しながら解析を進める。

図-8に、時刻 t_7 (接触状態)および t_8 (非接触状態)での変形状態を示している。

4. 結論

境界非線形を導入したFEM応答解析法を用いてブロック擁壁の応答解析を行った。その結果、各時間ステップでコンクリートブロックと背面土の境界面節点間の拘束状態を変化させることにより、コンクリートブロックと背面土の接触問題を考慮した解析を行うことができることが明らかになった。今後の課題点としては、①本研究では各時間ステップでの再計算は行っていないので、今後各時間ステップでの再計算を行い、精度の向上を図ること、②本解析により得られた結果と実験および計測結果との比較を行い、実際問題への適用を検討することが考えられる。

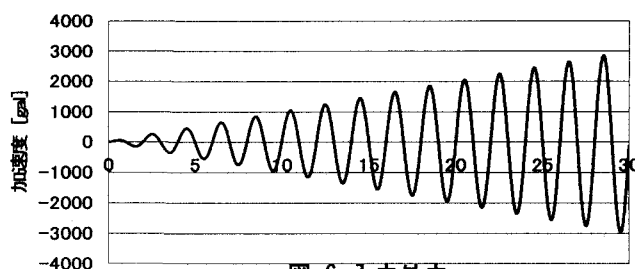


図-6 入力外力

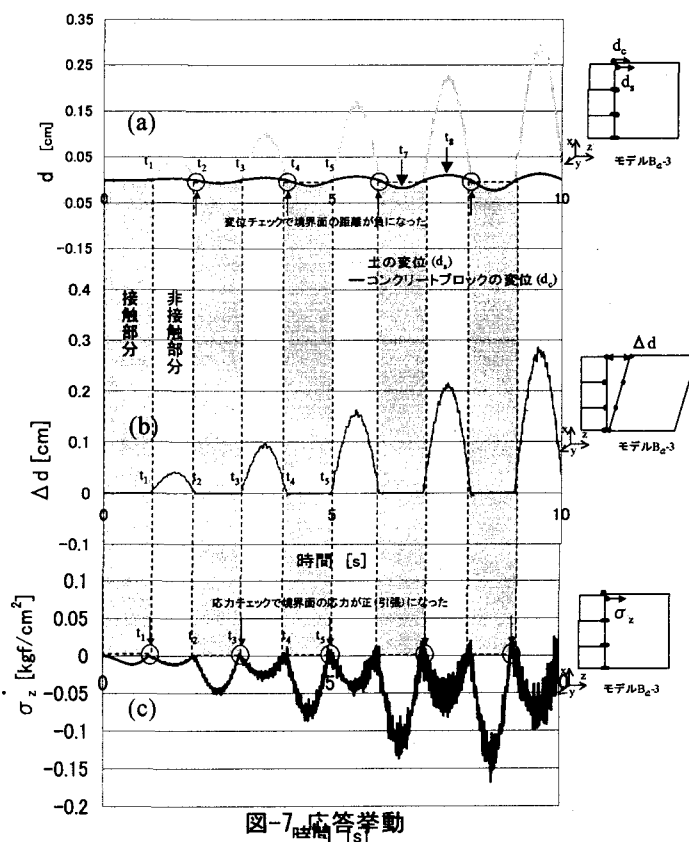


図-7 応答挙動

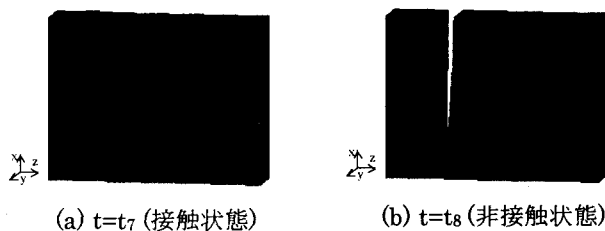


図-8 変形状態