

運輸省港湾技術研究所 学生会員 佐藤 幸博

正会員 一井 康二

正会員 井合 進

劉 漢龍

1. はじめに：大地震時における岸壁の被害程度を予測する方法として有効応力法に基づいた有限要素解析プログラム（例えば、FLIP[®]）などが用いられている。しかし、こういった手法は解析時間が長くなるという問題があり、港湾構造物の予備設計時等に手軽に使うことができる簡易的な変形予測法の開発が望まれている。よって、本研究では、重力式岸壁を対象とした地震時の残留変形の簡易予測法を開発した。

2. 解析方法：各種の重力式岸壁の変形量を有効応力解析プログラム(FLIP)を用いて求めた。変形量に影響を及ぼす条件としては、入力地震動レベル・設計震度・置換砂層厚・埋立土の高さ・置換砂及び埋立土の地盤条件や液状化強度が考えられる。今回の検討では、入力地震動レベル・設計震度・置換砂層厚・地盤条件の違いを考慮した変形予測法の検討を行った。入力地震動としては、図1に示す兵庫県南部地震のポートアイランド-79mの基盤波（2E波）を用いた。これは、耐震強化岸壁の変形照査を行う場合に直下型地震動の入力波として、ポートアイランド波を用いることが多いからである。

3. 解析ケース：計算を実施するにあたり、図2に示すような重力式岸壁のモデルを考えている。図3に示すように設計震度とケーソンの幅と高さの比には相関があるため、設計震度のパラメータとしてはケーソンの幅と高さの比を考えた。また、置換砂層厚のパラメータ設定としては、良好な地盤で置換砂層がない場合（ $D_1/H=0.0$ ）と置換砂層が浅い場合（ $D_1/H=0.5$ ）そして、置換砂層が深い場合（ $D_1/H=1.0$ ）の3種類について解析を実施した。これらのパラメータは、すべてケーソン高さに対する比で設定している。置換砂の地盤条件としては、港湾の液状化判定時に用いられる等価N値を考え、標準地盤として等価N値15程度の地盤を仮定した。ただし、等価N値5,8,10,20,25のケースについてパラメトリックスタディを追加している。なお、それらの地盤物性は既に提案されている簡易設定法²⁾に基づいて設定している。入力地震動レベルについては、最大加速度100,200,300,400,600,800galに対する解析を実施した。

4. 解析結果：まず、標準断面として置換砂及び埋立土の地盤条件（等価N値）を15程度としたモデルについて述べる。

1) 置換砂層厚による変形率の変化を図4に示す。

図より、置換砂層厚が変形に及ぼす影響が大きいと考えられるため、置換砂層厚の増加に伴う変形量の増加を次式により表現することとした。

$$h/H = m_0 + (D_1/H) / \{a + b(D_1/H)\} \dots (1)$$

2) 置換砂がない場合の変形量 m_0 は、図5に示すように設計震度と入力地震動レベルにより概ね定まると考えられる。そこで、入力地震動レベルの影響を示すパラメータ c, d をもちいて、

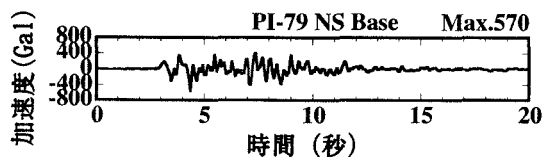


図-1 入力地震動時刻歴

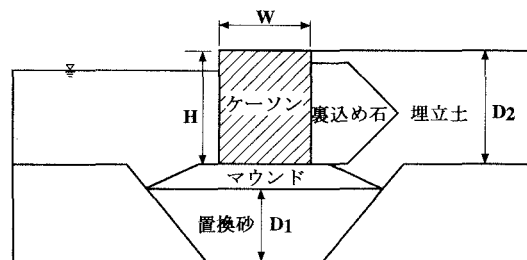


図-2 標準断面図

キーワード：重力式岸壁、FLIP、簡易変形予測

〒239-0826 神奈川県横浜須賀市長瀬 3-1-1 運輸省港湾技術研究所構造物地盤震動研究室 E-mail: satoh_yuk@cc.phri.go.jp

次式によって m_0 が表現できるとした。

$$m_0 = c \ln(W/H) + d \quad \dots \dots (2)$$

次に地盤条件の影響について述べる。

3) 図6に示すように等価N値の変化とともに変形量は増減するため、ここでは地盤条件の影響を表すパラメータとして K_N を考えた。よって、次式により概ね変形量を再現することができると考えられる。

$$h = K_N \left[m_0 + \frac{D_1/H}{a + b(D_1/H)} \right] H \quad \dots \dots (3)$$

4) 以上の検討結果から図7に示すフローにより地震時の残留変形量を概ね予測できる。

5. まとめ：重力式岸壁の地震時変形量の簡易予測手法を開発した。今後は様々な断面や地盤条件に対する追加検討・被災事例によるパラメータの検証が必要である。

参考文献

- 1)井合進他:ひずみ空間における塑性論に基づくサイクリックモビリティのモデル,港湾技術研究所報告,第29巻,第4号、1990年
- 2)森田年一他:液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメータの簡易設定法,港湾技術研究所資料, No.869, 1997年

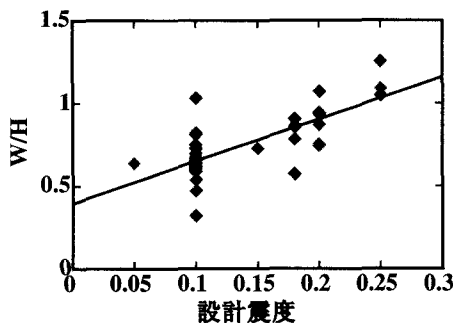


図-3 設計震度と W/H

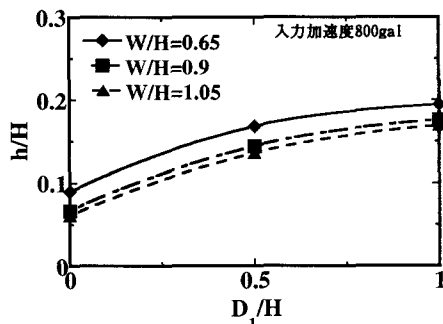


図-4 置換砂層厚による変形率

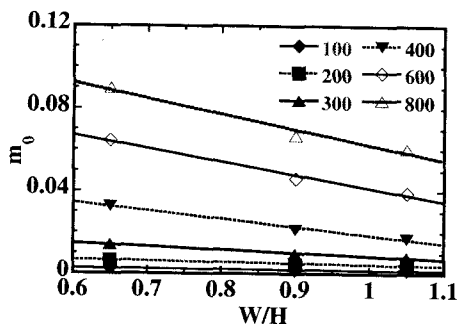


図-5 W/H による変形率

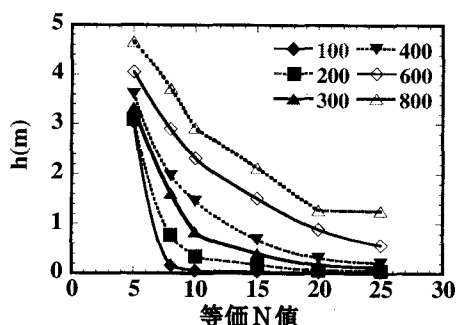


図-6 等価N値による変形量

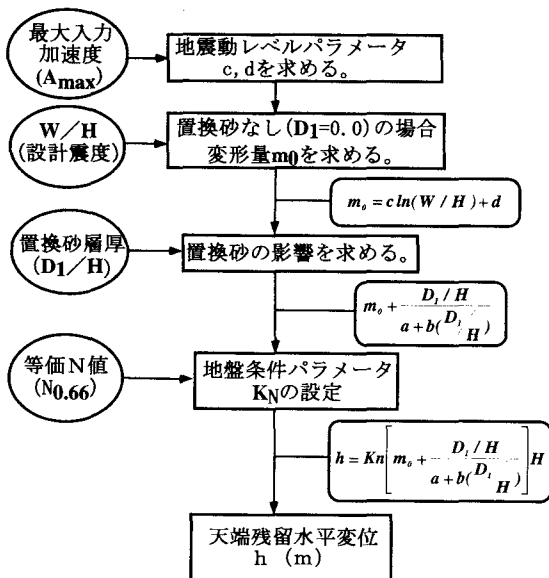


図-7 残留変形量計算フロー