

数値解析による大阪港舞洲 C 護岸の長期変形の評価

京都大学大学院 学生会員 ○張 祐榮
 京都大学防災研究所 正会員 三村 衛
 京都大学工学部 学生会員 池田侑哉

1. はじめに

著者らは、大阪湾洪積粘土が過去に明確な力学的過圧密履歴を受けていない、土質力学的には正規圧密粘土であるという事実に立脚し、圧密試験によって現れる圧密降伏応力 p_c を年代効果による構造による見かけのものと考え、原位置初期応力以上の荷重を受けた場合には、 p_c 以下の応力状態であっても直ちに粘塑性ひずみが発生するという新たな圧縮モデルを提案している¹⁾。本稿では、大阪港舞洲 C 護岸建設に伴う基礎地盤の変形を、上記圧縮モデルを組み込んだ二次元弾粘塑性有限要素法によって解析した。

2. 解析手法と舞洲 C 護岸

解析に用いた手法については別稿^{1), 2)}を参照されたい。基本的には、現応力 p_0 から埋立荷重を受けた場合、 p_c との大小関係を問わず弾粘塑性変形が生じると仮定し、圧密試験によって得られる $e \sim \log p$ 関係を基準曲線として

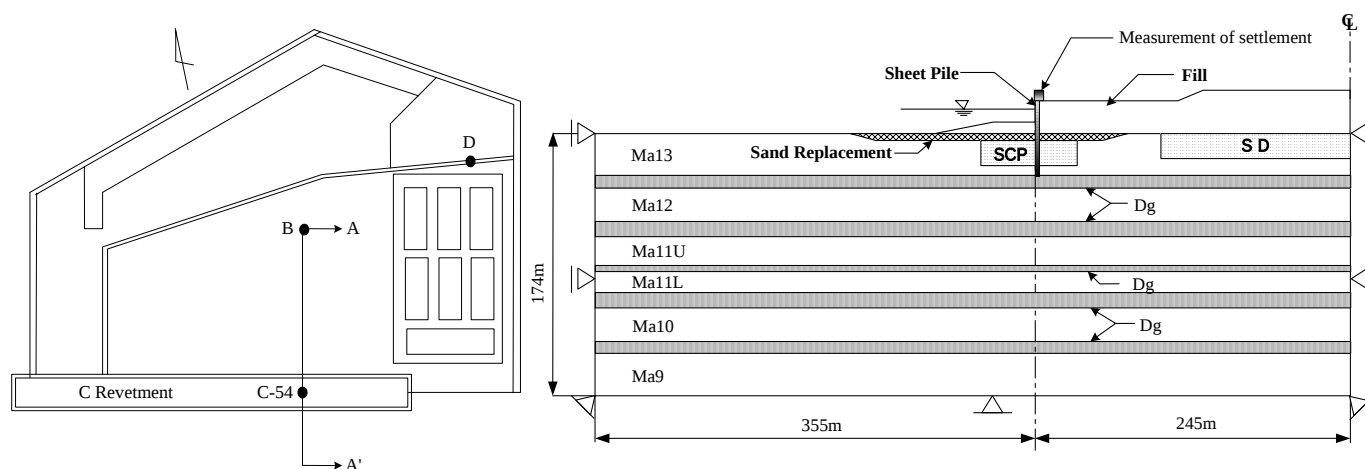


図-1 舞洲平面図と C 護岸

図-2 舞洲 C 護岸付近の断面図と地盤モデル

用いる。 $e \sim \log p$ 曲線の勾配 κ , λ はそのまま用いるが、この時の κ は弾性領域の圧縮勾配ではなく、粘塑性成分を含んだものと仮定し、 p_c は年代効果による構造効果が消失し、変形勾配が λ に変化する点と考える。基礎地盤モデルについては、大阪湾海底地盤データベースに基づいて設定し、護岸建設に伴う一連の応力～変形挙動を弾粘塑性有限要素法によって解析する。

解析対象とした大阪港舞洲 C 護岸の位置を図-1 に、解析断面を図-2 に示す。沈下計測は護岸に沿って複数点で実施されているが、別途島内の長期沈下を層別に計測しているポイント B の延長上にある C-54 地点を代表ポイントとして選定した。図-2 に示すように、鋼管矢板が沖積粘土層下の砂礫層に打設されており、計測された矢板天端の沈下がそのまま洪積層全層の沈下に相当する。また、護岸部は置換率 50% の SCP で、埋立地内は SD で地盤改良されている。

舞洲 C 護岸の建設工程モデルを図-3 に示す。

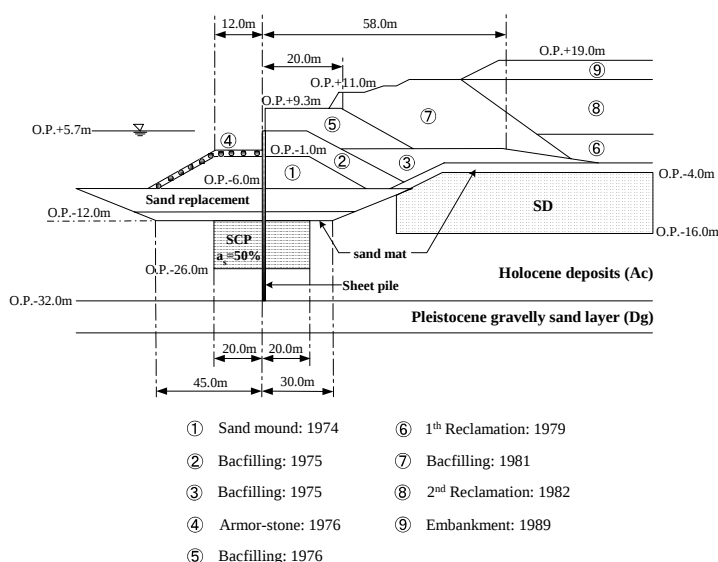


図-3 舞洲 C 護岸の建設工程と構造形式

キーワード：擬似過圧密粘土，二次元弾粘塑性 FEM，時間依存性挙動，地盤改良

連絡先：(住所) 611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 (電話) 0774-38-4091 (FAX) 0774-38-4094

3．解析結果と考察

埋立による基礎地盤内の鉛直応力増分のコンターを図-4 に示す。埋立によって基礎地盤に作用する上載圧は220kPa であり、埋立地内部では埋立荷重に相当する応力増加がほぼ一様に生じていることがわかる。これに対して SCP 打設による応力集中によって、矢板背面部の改良部と打設部直下において作用上載圧を上回る応力増分値を示している。護岸部は前面に載荷されないために応力分散効果で海側に向かって応力増分値が急減するが、SCP 改良による応力集中の影響が直下の洪積層にも及び、Ma12 層では島内部と同レベル（223kPa）の応力増分値が現れている。急速載荷によって構築される護岸部の安定を保つために実施する SCP 改良は沖積粘土層の安定性を増大し、変形も小さく収めることができるが、洪積層に対しては応力集中によって過大な負担を強いる結果となる。

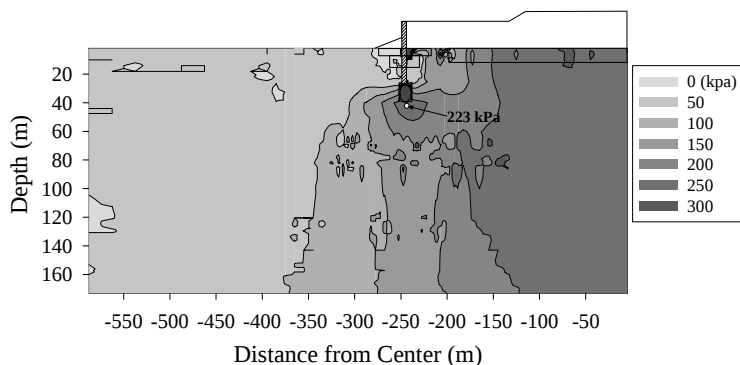


図-4 埋立荷重による地盤内鉛直応力増分の分布

舞洲 C 護岸の沈下～時間関係を図-5 に示す。本研究で用いた圧縮モデルの特徴を示すために、同図には擬似過圧密領域における変形を弾性的とした場合の結果を併せて示している。大きく正規圧密領域に入る Ma12 層については、埋立とともに大きな沈下が生じている。圧縮の主たる成分が正規圧密領域におけるものであり、圧縮モデルによる差はほとんどない。これに対して Ma11 より以深の各層については、擬似過圧密領域での粘塑性ひずみの効果によって従来法に比べて大きな沈下が計算されている。Ma10, 9 層において載荷初期に従来法が大きな沈下を示し、その後逆転する現象が認められる。これは、擬似過圧密領域において時間依存性挙動が仮定されており、載荷による応力のオーバーシュートが起こり、時間の経過とともに時間依存性変形が卓越してくることによる。

図-5 に示す各層ごとの沈下を合計した洪積層全層の沈下～時間関係を図-6 に示す。波線は従来法による計算結果を、プロットは C 護岸における矢板天端の実測値を示している。本解析で用いた手法による結果は実測値を正確に表現し得ていることがわかる。擬似過圧密領域を弾性挙動とした場合の解析結果が実測値を大幅に過小評価していることから、大阪湾洪積粘土に対しては擬似過圧密領域における非弾性的な挙動を考慮したモデル化を行うことが必要であることがわかる。

4．まとめ

大阪湾洪積粘土が過圧密領域においても時間依存性挙動を示すと仮定した新たな圧縮モデルを組み込んだ弾粘塑性有限要素法を用いて、大阪港舞洲 C 護岸の挙動解析を行った。沖積粘土層の SCP 改良による応力集中効果によって、護岸直下の洪積層には大きな応力が作用することがわかった。擬似過圧密領域を弾性とした場合には過小評価となるのに対し、本研究で用いた圧縮モデルによる解析結果は、護岸建設当初から測定されている洪積全層の沈下データを正しく予測し得ており、その妥当性を確認することができた。

参考文献：1) Mimura & Jang (2003): Proc. Sino-Japanese Symp on Geotech, Eng., pp.154-161. 2) 三村他 (2004): 第 39 回地盤工学研究発表会、投稿中。

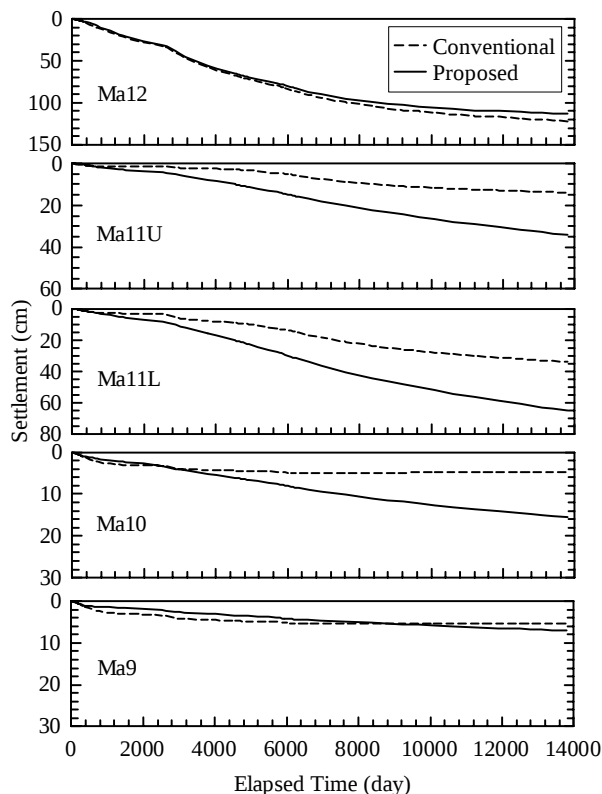


図-5 解析による洪積各粘土層の沈下量の比較

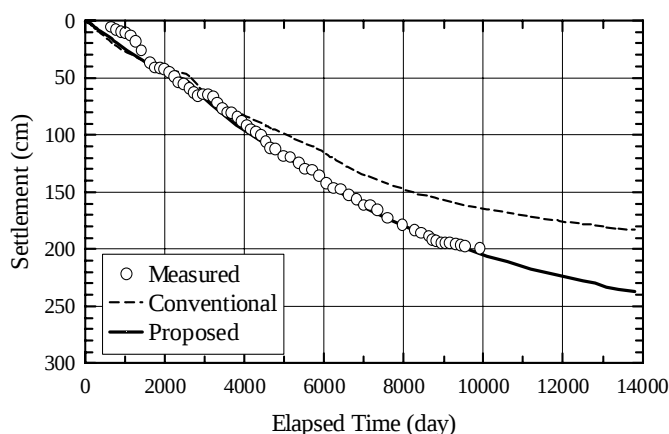


図-6 洪積層の沈下に関する解析と実測の比較