

(Ⅲ - 41) 砂強制置換上の高捨石マウンドの変形挙動の数値解析

千葉工業大学 学生員 平林久明
水産庁水産工学研究所 正会員 山本竜太郎
水産庁水産工学研究所 正会員 大槻正紀

1. はじめに 軟弱な海底地盤上に高捨石マウンドを伴う道路などを築造する場合、何らかの対策を講じないと大きな沈下や側方変形が発生するものと考えられる。このような場合、地盤改良の1例としてサンドコンパクションパイル(S. C. P.)工法を行うことがある。本文は、ある漁港の地層状態に基づいたモデル地盤を対象にS. C. P.の地盤改良幅の差異による影響及び、基盤の傾斜による影響を、数値解析により検討した。

2. 数値解析の方法

数値解析では地盤を開口・太田¹⁾の構成関係を有する土構造骨格と非圧縮性の間隙水より成る2相系材料とし、有限要素法による平面ひずみ条件下の2次元圧密変形解析を行った。また、護岸と地盤の間の変形の不連続性を表現するため、ジョイント要素を導入した。

表1 解析の概要

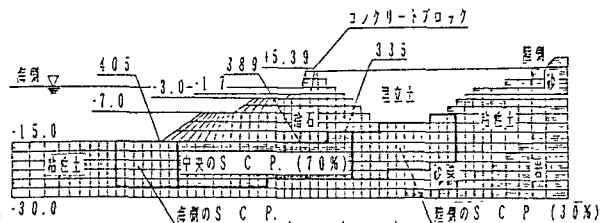
ケース	荷役段階数	砂強制置換幅	S. C. P. の構成	成層状態
1	3	4.9. 7m	中央(70%)のみ	傾斜
2	3	7.9. 1m	中央(70%) + 陸側(30%)	
3	10	7.9. 1m	中央(70%) + 陸側(30%)	
4	10	9.6. 7m	海側(70%) + 中央(70%) + 陸側(30%)	
5	10	9.6. 7m	海側(30%) + 中央(70%) + 陸側(30%)	
6	10	4.9. 7m	中央(70%)のみ	水平

3. 数値解析に用いた断面と計算条件

図1に計算に用いた有限要素網と土層構成を示す。本文では、捨石とコンクリートブロックを施工した段階までの解析を行った。地盤の土質定数は、土質試験結果を参考にして決定した。表1に計算を行った解析ケースの番号とその概要を示す。荷役段階数が3の場合は、計算を簡略化するため①-1.7m以深の捨石②コンクリートブロック③-1.7m以浅の捨石の3つの部分が、それぞれ317日、31日、34日で荷役されると考えた。また、荷役段階数が10の場合は、要素の各層ごとに荷役されると考えて、捨石及びコンクリートブロックをそれぞれ一定の施工速度で荷役し、合計382日で施工している。なお、それぞれの荷役段階数では、さらに、10～150ステップ程度に細分して荷役している。

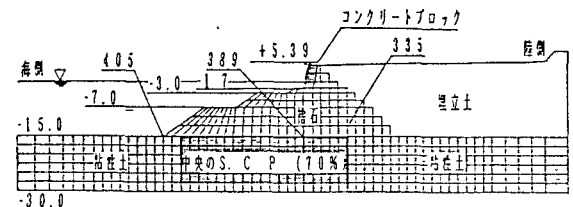
4. 解析結果と考察

1) 陸側のS. C. P.の効果 図1に示すように陸側部を埋め立てた場合、沈下が問題となることがある。沈下を抑制するためには、S. C. P.による地盤改良が有効であることも多い。そこで、陸側のS. C. P.による地盤の変形挙動を調べた。図2は、ケース1の施工開始から382日目



(注) 数字は、節点番号を示す。
高さの単位: (m)

(a) 基礎が傾斜している場合



(注) 数字は、節点番号を示す。
高さの単位: (m)

(b) 基礎及び成層状態が水平な場合

図1 土層構造

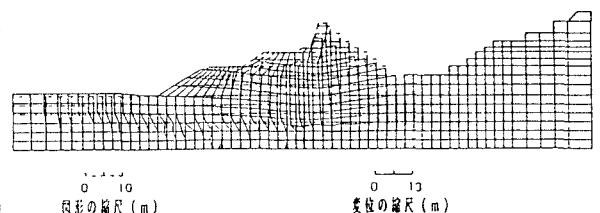


図2 ケース1の変形状態(382日目)

ブロック直下での現地盤の沈下と捨石の海側の法先部での側方変位は際だっている。一方、陸側の捨石の法先では、沈下及び側方変位が比較的小さいことがわかる。図3、4は、それぞれケース1及び2における沈下-時間、側方変位-時間の関係を示している。これらの図からケ

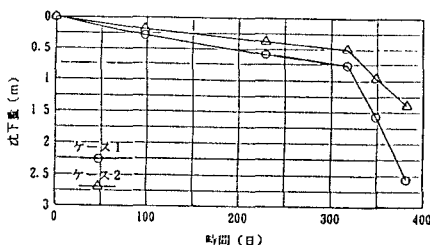


図3 時間-沈下曲線 (節点番号389)

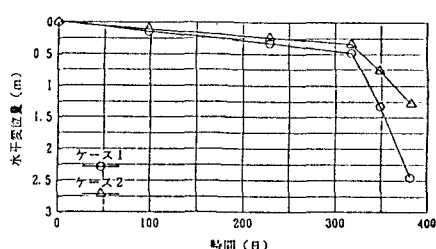


図4 時間-水平変位曲線 (節点番号405)

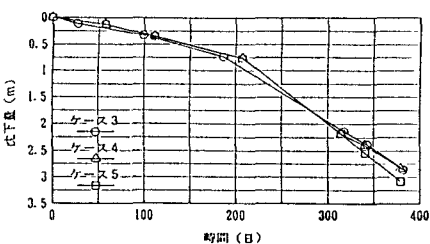


図5 時間-沈下曲線 (節点番号389)

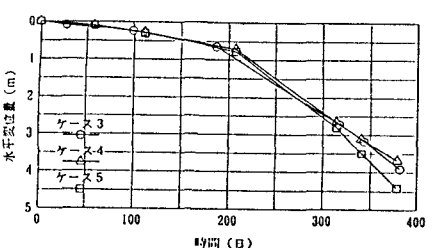


図6 時間-水平変位曲線 (節点番号405)

ース2は、沈下及び側方変位が少なくなっていることがわかる。

2) 海側のS.C.P.の効果 図5、6は、それぞれケース3、4、5についての沈下-時間、側方変位-時間関係を示している。これらの図より海側の地盤改良をしない場合(ケース3)に比べて、置換率70%(ケース4)では変形を抑制する効果が多少あるものの、置換率30%(ケース5)では逆に変位が幾分大きくなっていることが分かる。

3) 基盤が傾斜している影響 図7はケース6の施工開始から343日目の地盤の変形状態を示している。図8は、ケース1及び6の沈下-時間の関係を示している。この図より、ケース1に比べてケース6の方が343日まで沈下は大きい、300日頃以降側方変位が陸側にも均一に分散されるため沈下は緩速となることがわかる。一方、ケース1は300日以降コンクリートブロック及び裏込め捨石の载荷により、海側への側方変位に連動した沈下が急激に進行する。図9は、ケース1及び6の側方変位-時間の関係を示している。図2及びこれらのことから基盤が傾斜

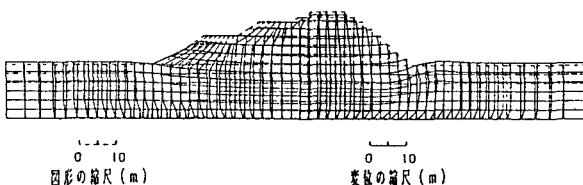


図7 ケース6の変形状態(343日目)

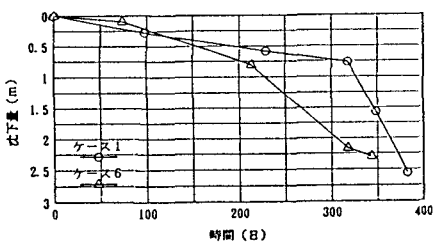
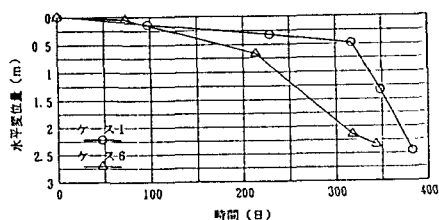


図8 時間-沈下曲線 (節点番号389)



(b) 節点番号405
図9 時間-水平変位曲線

している場合は、捨石全体が海側に変位していることがわかる。

5. まとめ 以上に示した数値解析の結果により、次のことが言える。①陸側の地盤改良は、捨石による地盤の変形を抑止する効果がある。②海側の地盤を改良しても、その効果がほとんど現れない。③陸側に傾斜した基盤があると地盤の側方変位は陸側方向にほとんど生じずに、海側方向に偏ってしまう。

参考文献：1) 関口ら(1977)：土の構成式、第9回国際土質基礎工学会議録、pp. 229～238.