

III-230 隣接埋立による海底地盤の変形解析

京都大学防災研究所 正会員 三村 衛
 京都大学工学部 学生員 安永豊彦

1. はじめに 近年我が国では、都市拡充の好適地としてウォーターフロント開発の進展が目覚しいが、経済的・技術的に大水深海域における人工島建設よりも、今後は既設の埋立地盤を展開する形での開発が中心となると考えられる。既設埋立地盤が存在する基礎地盤は水平一様ではなく、新たに実施される埋立の初期条件の設定はこうした幾何的な不均質とともに、応力状態の不均質性をも包含したものでなければならない。本研究ではある旧港湾の埋立に伴う海底地盤の変形を弾粘塑性有限要素法によって解析するが、当地点は旧港湾の既設埋立地盤が存在し、それを展開する形で海の部分が急速に埋め立てられる。また埋立完了と同時に埋立地内に上部工基礎杭が打設されるため、地盤の変形と安定性に及ぼす既設地盤の影響に加えて地盤の変形が基礎杭に及ぼす影響についても正しく評価する必要がある。このため既設地盤による影響を取り込んだモデル化を行ない、隣接埋立による海底地盤の沈下および側方変位について検討する。

2. 地盤のモデル化と有限要素解析 当地の海底地盤の特徴は海底面附近に沖積粘土が存在せず、強い過圧密状態の洪積粘土と砂層の互層地盤が堆積していることである。ボーリング調査に基づいて本研究で設定した地盤モデルを図-1に示す。下端部は排水境界とし、排水層としてはO.P.-25.8~-32.0mの砂層を設定し、これ以外の薄い砂層については当該深度の節線を排水境界として対応した。埋立完了と同時に上部工基礎杭は図-1のAおよびBで示した地点に打設される。解析に用いた構成モデルは弾粘塑性構成モデル¹⁾であり、地盤材料の土質定数については土質試験結果と過去の知見に基づいて決定した。具体的な値については省略するが、構成モデルの土質定数の決定方法については文献²⁾を参照されたい。

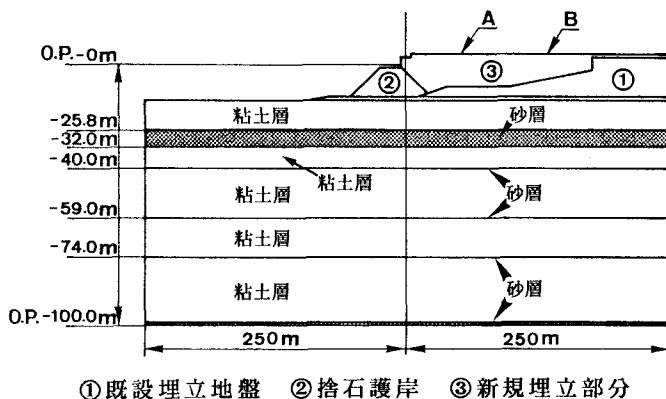


図-1 解析に用いた地盤モデル

本研究で取り上げた現場は、埋立を実施する領域に隣接して既設埋立地盤が存在するが、この部分の施工工程の情報がなく、正確にモデル化することは不可能である。さらにこの部分の埋立が完了してすでに長い期間が経過しているため、通常の圧密解析を行えば膨大な計算時間を要することになり現実的ではない。そこで既設地盤の存在効果を解析に反映させるために、既設埋立については地盤要素を完全排水条件と仮定して解析し、今回の新規埋立開始時点の地盤状態を計算する。すなわち、載荷される外力は直ちに要素の有効応力となり、過剰間隙水圧は発生しないという条件で解析を実施するわけである。したがって新規埋立開始時点においては海底基礎地盤の圧密は終了しており、これを初期状態として今回の新規埋立を通常の部分排水条件の下で解析することになる。

3. 解析結果の検討とまとめ 埋立に伴う海底地盤の沈下プロフィールを図-2に示す。細線は既設埋立による沈下を表わしており、上部の地盤の規模に応じて海底地盤は陸側に向かって沈下量が大きくなっている。新規埋立はこの傾斜地盤上に行なわれ、以後の計算は部分排水条件の下で行なわれる。同図にお

いて破線は新規埋立完了時点の、太実線は埋立完了後500日経過時点のものである。既設埋立部直下では新規埋立による偏載荷重の影響を受けて埋立に伴ってやや隆起し、その後の放置期間には再び周辺地盤の圧密と連動して沈下するという現象が生じている。一方新規埋立部分では埋立に伴って沈下が生じており、500日経過時点で約52cm程度の沈下量が現われている。また新規埋立前の傾斜した海底面の形状は500日経過時点ではほとんど水平一様なものになっている。これは地盤が上部から強い過圧密状態にあり、埋立荷重によっても圧密降伏を起こさず変形が降伏曲面内にとどまって弾性変形していることによるものである。基礎杭打設位置（A、B）における海底地盤の沈下～時間関係を図-3に示す。既設地盤が存在するB点では最初の間は荷重を受けないため沈下が生じていない。一方新規埋立部中央のA点では初期から埋立荷重が作用するため、これによる沈下が生じている。しかしながら埋立が完了して一様な状態となった後は両者の差は時間とともに減少し、埋立完了後500日経過時点ではほぼ等しい沈下量を示している。埋立完了から500日経過時点までの間に発生する基礎杭打設位置における地盤の側方変位の深度分布を図-4に示す。新規埋立部分直下に位置するA地点における地盤の変形は一次元的な

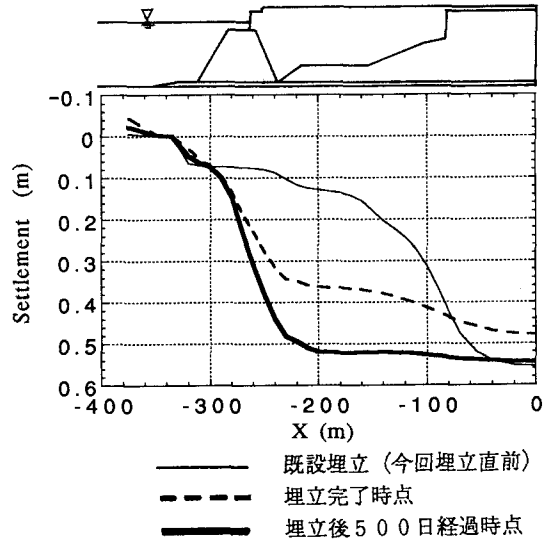


図-2 海底面の沈下プロフィール

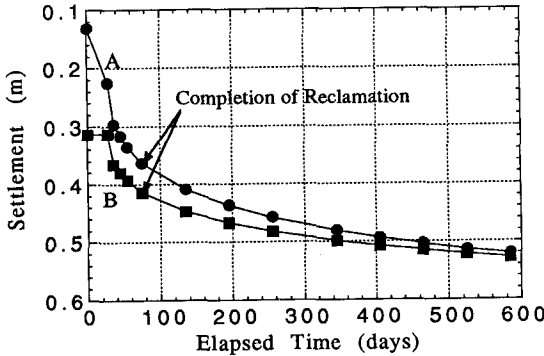


図-3 杭打設位置における沈下～時間関係

沈下が支配的となり、側方変位の発生は小さい。一方新規埋立部分の端部に近いB地点では、埋立による圧密沈下に伴う新規埋立部側（海側）への連れ込み型の側方変位が生じていることがわかる。しかしながら変位量がさほど大きくなく、基礎杭への有害な影響は少ないと考えられる。

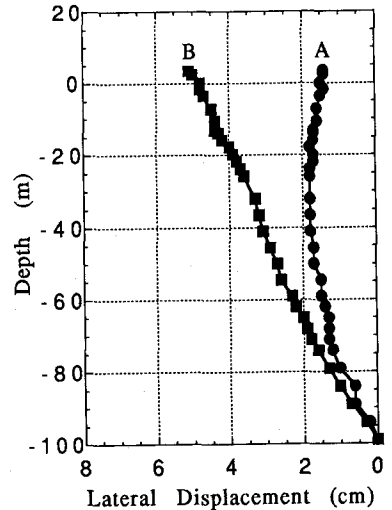


図-4 杭打設位置における埋立完了後の側方変位分布

参考文献：1) Sekiguchi, H.: Rheological Characteristics of Clays, Proc. 9th ICSMFE, Vol.1, pp. 289-292, 1977. 2) Mimura, M., Shibata, T., Nozu, M. and Kitazawa, M.: Deformation Analysis of a Reclaimed Marine Foundation subjected to Land Construction, Soils and Foundations, Vol.30, No.4, pp.119-133, 1990.