

III-137 造成過程を考慮した埋立人工島の 多次元圧密解析

大阪大学工学部 正員 松井 保
大阪大学工学部 正員 阿部 信晴
大阪大学大学院 学生員 中野 雅文
大阪大学大学院 学生員 ○中谷 浩一

1. まえがき

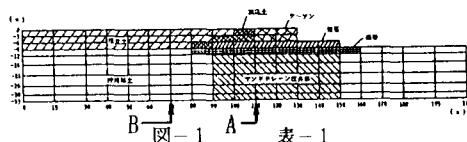
埋立による土地造成は、海洋空間の有効利用のためこれまでも盛んに行なわれてきており、今後もさらに大規模な埋立人工島の建設が予定されている。しかし、埋立人工島は軟弱な沖積粘土層上に建設される場合が殆どであり、その大規模化に伴い土質工学的にいくつかの問題が生じてきている。埋立人工島は異なる地盤材料から構成されているため、その変形過程において不等沈下や側方変形が必ず生じる。最近、このような変形挙動により水際線構造物に被害が発生していると言われている。筆者らは埋立人工島の圧密変形挙動を把握するために一連の数値解析を行なっているが、本報告は、そのうち埋立終了後の造成地盤表面の沈下、水平変位挙動および、水平変位の深さ方向分布に関する結果を示したものである。

2. 埋立人工島の圧密変形解析

解析対象モデル地盤を図-1に示す。海底地盤は厚さ24mの軟弱な沖積粘土層で、護岸下部はサンドドレーン工法によって地盤改良が行なわれている。そして護岸築造後、一般土砂によって埋立が順次等厚で施工されている。沖積粘土は弾塑性体とし、他は弾性体と仮定している。これらの材料定数を表-1に示す。サンドドレーン改良部については、サンドドレーンの圧密促進効果のみを考慮し、透水係数のみを変化させることにより評価している。解析は実際の造成過程を考慮し、サンドドレーン打設後の盛砂工、捨石工、ケーソン据付工、埋土工と一連の施工順序に従って行なわれている。解析ケースは、表-2に示すとおりである。なお、解析手法及び弾塑性モデルについては文献¹⁾を参照されたい。

3. 解析結果と考察

図-2は埋立地盤表面の水平変位量と沈下量を埋立終了時を基準にして示している。ただし、A-1の結果は比較のために各図に破線で示されている。一般に埋立人工島の護岸天端およびその背面地盤では、埋立終了後陸側への水平変位が生じる。そして、水平変位量の最大値は護岸法線より陸側で生じる。各ケースの結果から水平変位性状は沈下性状に強く依存しており、ほぼ沈下勾配が最大となる点で水平変位が最大になっていることがわかる。図-3は高村²⁾による実測結果であるが、解析結果と同様の傾向が認められる。埋立地盤表面の沈下性状が海底地盤面のそれとほぼ同様な傾向を示すことが判っているので、埋立地盤表面の水平変位性状は海底地盤面の沈下性状に依存することになる。各解析ケースについてみると、図-2(a)から改良幅を20m陸側へ拡大すると水平変位量の最大値は殆ど変化しないが、生じる点が20m陸側に移動することが判る。さらに、注目すべき点は護岸付近で水平変位量が大きく低減されていることである。また、20m拡幅した部分の打設深



沖積粘土	圧縮指数	0.4
	剪断指数	0.05
	破壊応力比	1.4
	間隙比	1.8 ($p' = 10 \text{ tf/m}^2$)
	静止土圧係数	0.5
埋立土	弾性係数	80 tf/m^2
	透水係数	$0.1 \times 10^{-3} \text{ m/day}$
盛砂	弾性係数	500 tf/m^2
	透水係数	$0.5 \times 10^{-3} \text{ m/day}$
捨石マウンド	弾性係数	1600 tf/m^2
	透水係数	$5.0 \times 10^{-3} \text{ m/day}$
ケーソン部	弾性係数	8000 tf/m^2

表-2

解析ケース	解 析 条 件
A-1	サンドドレーン改良幅60m、等厚埋立、埋立期間9ヶ月
A-2	最近土の水中単位体積重量 0.4 t/m^3 (A-1の場合の1/2)
A-3	中央部を先行埋立、埋立期間9ヶ月
A-4	中央部を先行埋立、埋立期間15ヶ月
B-1	サンドドレーン改良幅80m (陸側へ20m拡幅)
C-1	サンドドレーン改良幅80m (陸側へ20m拡幅、ただし改良深17m)
D-1	全面をサンドドレーンにて改良

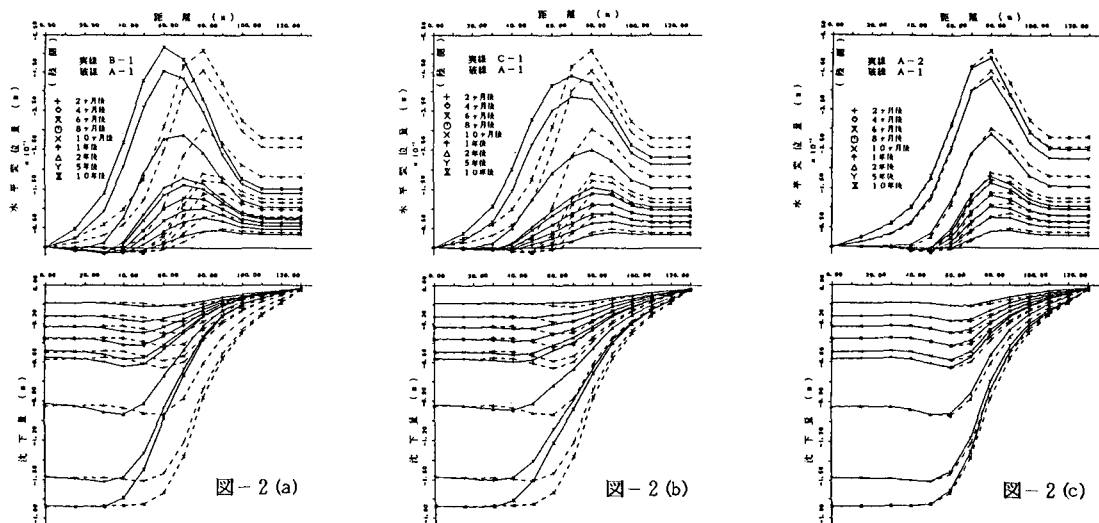


図-2(a)

図-2(b)

図-2(c)

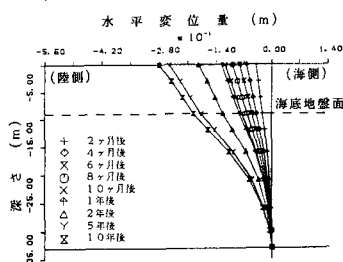


図-4(a) (A断面)

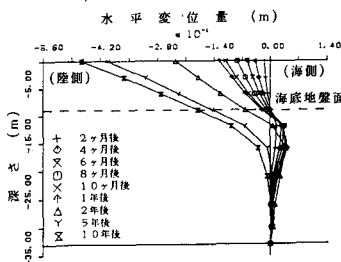


図-4(b) (B断面)

さを浅くすると沈下勾配が小さくなり、水平変位のピークが緩やかになることが図-2(b)から判る。図-2(c)から判るように裏込め土を軽くすると護岸付近の水平変位量が減少する。図-4は、A-1における水平変位の深さ方向分布を埋立終了時を基準にして示したものである。図-4(a)はケーソン背面のA断面におけるものであるが、埋立終了後徐々に陸側に変位している。これに対して、埋立地内部のB断面(図-4(b))では、埋立終了後埋立地盤部分は陸側に変位するのに対して、海底地盤部分は海側に一旦変位し、その後陸側に変位している。これらの結果から、埋立人工島の地盤内部は埋立終了後に複雑な変形挙動を呈していることが判る。

4. まとめ

地盤改良を部分的に行なう埋立人工島では、不等沈下とそれに伴う側方変形の影響を避けることはできないと考えられる。しかし、護岸下部の改良域を陸側に適切に拡大することにより水平変位の生じる領域を陸側に移動させ、水際線構造物への影響を低減することは可能であると思われる。さらに、変位領域が陸側に移動することに対しては構造物側で対策を立てる必要がある。つまり、大きな水平変位が生じると考えられる場所では構造物の建設を規制して緑地帯にするなど、土地の利用形態を含めたソフト面での対応も考えていく必要があるだろう。

【参考文献】

- 1) Matsui & Abe : Multi-Dimensional Elasto-Plastic Consolidation Analysis by Finite Element Method, Soils and Foundations, Vol.21, No.1, 1981.
- 2) 高村靖 : 埋立地盤の側方変位と構造物に及ぼす影響, 土質工学会関西支部講話会資料, 1986.

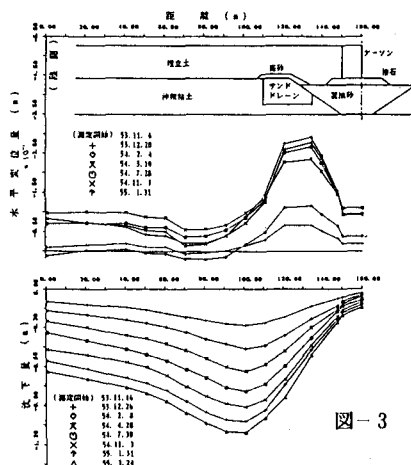


図-3