

III-457

沈床工法に関する一考察

京都大学防災研究所 正員 八嶋 厚
 京都大学防災研究所 正員 柴田 徹
 京都大学防災研究所 正員 関口秀雄

1. はじめに 軟弱地盤上の防波堤や護岸堤防の構築で、捨石マウンド内にH型鋼材などを設置する場合がある。これは、沈床と呼ばれるものであり、古くからある“そだ沈床”と類似の工法である。しかしながら、その効果やメカニズムについては、いまだ十分に解明されていない。そこで筆者らは、モデル地盤を対象にしたFEM解析を行うことにより、沈床による地盤変形の抑止効果を考察した¹⁾。その際、捨石マウンドを弾性連続体と仮定した。その結果、捨石マウンドの厚さがある程度以上になると沈床の効果は期待できないという結論を得た。しかし、捨石マウンドは実際には連続体ではなく、個々の捨石の集合体であることから、果たして得られた結論が妥当であるか、疑問の予知があった。実際、トンネル掘削に際して用いられるロックボルトは、計測によればその軸力はかなり大きく、地山の变形拘束効果がかなり期待できるにも拘らず、連続体に基づいたFEM解析では、その効果をかなり過小評価することはよく知られている。このような観点から、本報告では捨石マウンドを不連続体として評価できるようにモデル化してFEM解析を行った（図-1）。

2. 解析手法 用いた有限要素メッシュを図-2に示す。捨石マウンドの不連続挙動を表現するために、三角形要素の境界は全てジョイント要素で囲んだ（筆者らは、これを要素境界すべりモデルと呼ぶ、以下IESMと略す）。本解析においては、IESMを汎用有限要素法プログラムDACSAR²⁾に組み込んだ。地盤は、基盤上20mの部分で沖積粘土層、その上部

2mを砂層とした。地盤定数、沈床の諸元については、宮城県石巻漁港防波堤構築現場の沖積粘土層および沈床の値をそれぞれ参考にした³⁾。荷重としてはケーソンのように剛性の非常に大きな構造物が構築される場合を想定し、10 tf/m²の荷重を5段階（1日で載荷終了）に分けて載荷し、第5ステップでの挙動について考察した。

3. 解析結果と考察 図-2に示す荷重直下のA点の沈下量および沈床右端直下のB点の側方変位量について、今回行った9ケースの解析の結果を表-1にまとめて示す（ただし、この値には捨石マウンド構築に対する沈下量は

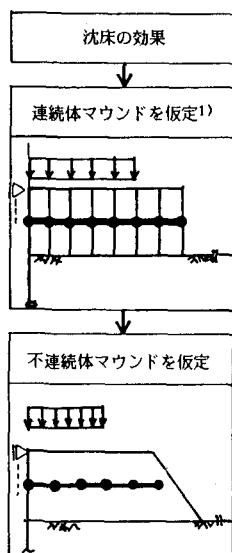


図-1 研究のフロー

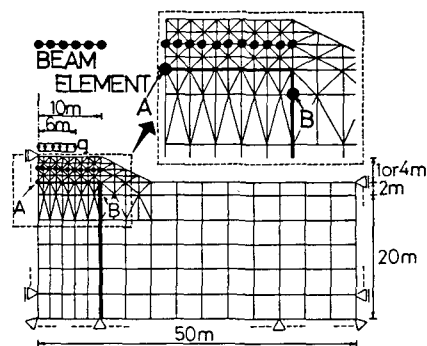


図-2 有限要素メッシュ

表-1 解析結果

	無処理	捨石マウンド連続体				捨石マウンドIESM			
捨石厚さ(m)	0	1		4		1		4	
沈床の有無	無	無	有	無	有	無	有	無	有
A点の沈下量 ρ (cm)	78.5	40.2	30.3	28.0	28.2	42.2	32.3	31.9	27.7
B点の側方変位量 δ (cm)	16.8	14.8	9.6	9.2	9.1	16.1	9.7	12.5	9.0
ρ (沈床無)/ ρ (沈床有)	—	0.75		1.01		0.77		0.87	
δ (沈床無)/ δ (沈床有)	—	0.65		0.99		0.60		0.72	

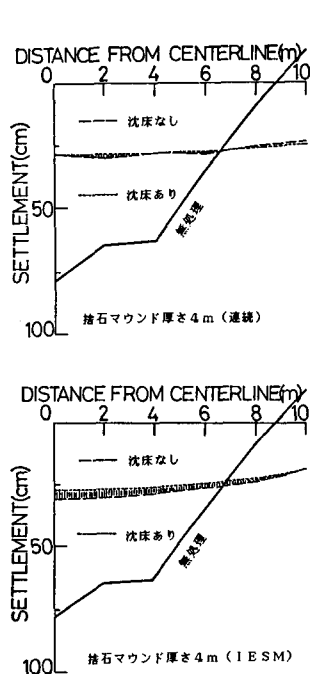


図-3 横断沈下形状

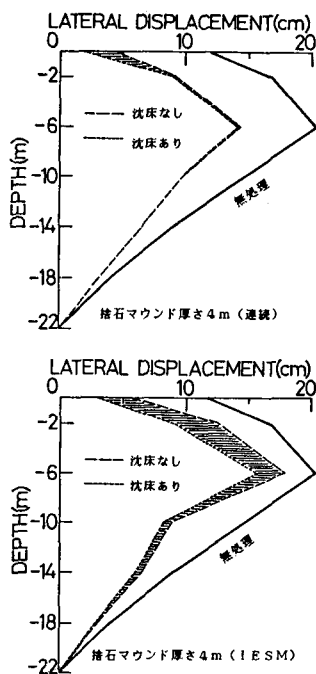


図-4 側方変位形状

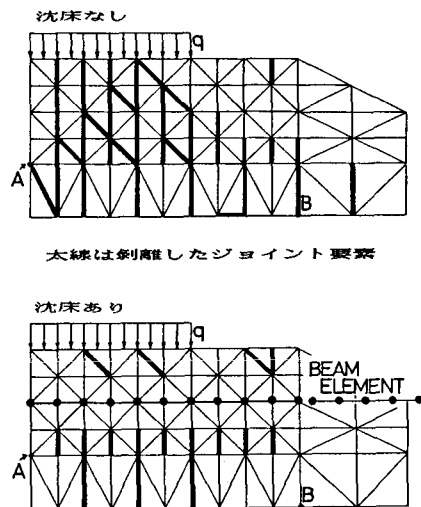


図-5 剝離したジョイント要素

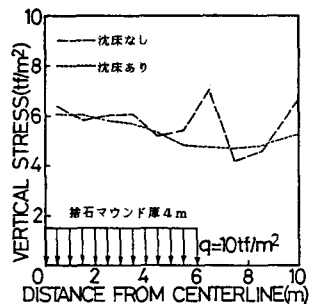


図-6 鉛直応力分布

含まれていない)。この図より、捨石マウンドの変形拘束効果はかなり大きいことがわかる。また捨石マウンドが厚いほどその効果も大きいことがわかる。沈床の効果については、捨石マウンドが1mと薄い場合には、沈床の設置により沈下量、側方変位量ともかなり抑えられる。捨石マウンドが4mと厚い場合には、連続体のモデル化をした場合には、沈床の効果はほとんどみられない。一方不連続体のモデル化をした場合には、沈下量に関して87%、側方変位量に関して72%とそれぞれ値が減少しており、変形拘束効果がある。

捨石マウンド厚さ4mの場合についてA点を通る水平面の横断沈下形状を図-3にプロットした。この図からもわかるように捨石マウンドの存在だけでかなりの沈下抑制効果がある。沈床の効果は、連続体のモデル化の場合には、A点のみならず水平面全体にわたってその効果は期待できない。一方不連続体のモデル化の場合には水平面全体にわたって沈下抑制効果がある。B点を通る鉛直線に沿った側方変位についても図-4にプロットした。この図から求まる知見も横断沈下形状に対するものと同様で、捨石マウンドを連続体と仮定したものについては、沈床の効果はほとんどみられない。

それでは、沈床の効果のメカニズムは一体どのようなものであるのか。捨石マウンド厚4mの場合について沈床があるものとないもののそれぞれについて、剝離したジョイント要素を図-5にプロットした。この図より、沈床がない場合には、捨石マウンドの鉛直方向のジョイント要素が多数剝離し、載荷重がそのまま粘土層に伝達される危険性がある。一方捨石マウンド内に沈床を設置した場合には、載荷重直下のジョイント要素はほとんど弾性状態を保つことができ、この部分を連続体と仮定したと同等の荷重分散効果が期待できる。このことは、図-6に示したA点を通る水平面の鉛直応力の分布形状からも判断でき、沈床の存在によって、載荷重がかなり平均化して粘土層に伝達される様子がよくわかる。

4. おわりに 本解析により沈床の変形拘束効果とそのメカニズムが明らかとなった。つまり引張り材として働くことにより上載荷重を分散させ、また拘束圧を発揮させることにより地盤を安定させる。

参考文献 1)松岡ら：締固め砂杭により改良された地盤の応力・変形解析、第21回土質工学会、1986
2)太田ら：DACSARマニュアル、1983 3)松岡：締固め砂杭による改良地盤の変形挙動、京大修論、1986