

III-739

袋詰め砕石粉を用いた潜堤構築のケーススタディ

京都大学防災研究所 正員 嘉門雅史, 勝見 武
 京都大学大学院 学生員 大山 将, 〇中島 晃

1. はじめに 産業廃棄物として排出される砕石粉は、天然砂利の代替として利用される砕石を生産する過程で発生する破砕屑である。袋詰め砕石粉は、砕石粉とCAS材を混合し、乾燥状態で不織布製の袋に詰めて浸水固化させるもので、文献1)などに示されるように早強性があり、軽量で、pHによる周辺海域への影響が少なく、建設材料としての有効利用が可能であると考えられている。本研究では、袋詰め砕石粉の軽量性、周辺海域への環境影響が少ない点に特に注目し、海底軟弱地盤上に潜堤を構築することを考え、その適用性を地盤の安定解析によって評価した。

2. 安定解析の対象と手法について 潜堤あるいは干潟構築による地盤の変形・破壊問題を整理すると図1の通りである。本研究では、図に示した地盤挙動のうち、第一段階の潜堤構築による地盤の安定性の問題を図2に示すような基本断面を用いて考察した。解析条件を表1、2に示す。case 1は粘土地盤の粘着力が深さ方向に一様に増加する場合の、case 2は粘着力が地盤全体で一様な場合のモデルである。case 1では一般的な海底の飽和軟弱粘土地盤、case 2では地盤改良を行った地盤あるいは過圧密粘土地盤を対象としたと考えることができる。潜堤構築後初期の段階のみを考慮した短期安定問題として、スウェーデン法で計算を行った。計算方法は、円弧の中心座標をメッシュ（メッシュ間隔：水平、鉛直方向とも20cm）で与え、中心の座標を変えながら、図中の袋a、b、…から発生するすべり面について順次安定解析を行い、最小の安全率を得ることによって、土塊の分割幅は1mとし、次式により安全率Fsを求めた。

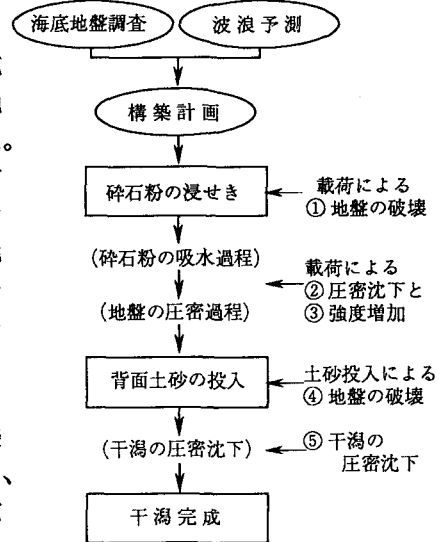


図1 潜堤及び干潟の建設と注意すべき地盤工学的問題

$$F_s = \frac{r \sum c_i l_i}{\sum w_i a_i + \sum P_j a_{pj}}$$

r : すべり円弧の半径(m)
 c_i : 海底地盤の粘着力(kPa)
 l_i : 分割土塊のすべり円弧長(m)
 w_i : 分割土塊の重量(N)
 a_i : 分割土塊による荷重のアーム長(m)
 P_j : 袋詰め砕石粉による荷重(N)
 a_{pj} : 袋詰め砕石粉による荷重のアーム長(m)

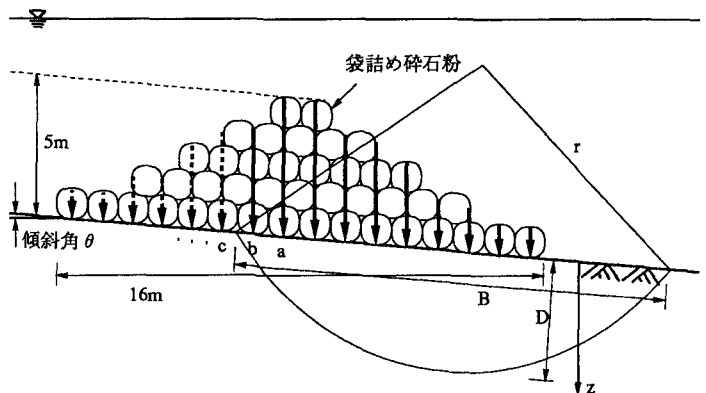


図2 安定解析の基本断面

表1 安定解析の諸条件 case1

潜堤	
潜堤寸法	高さ5m, 底面幅16m
密度	袋詰め砕石粉; 1.70 (g/cm ³)
海底地盤 (粘性土)	
傾斜角	$\theta = 0, 1, 3, 5, 7.5, 10$ (°)
密度	$\rho_{\text{sat}} = 1.40$ (g/cm ³)
粘着力	$c_{\text{surf}} = 0, 2.45, 4.90, 7.35, 9.80$ (kPa) $c = (c/p) \cdot \rho'gz + c_{\text{surf}}$ (kPa) $(c/p = 0.33, \rho' = \rho_{\text{sat}} - \rho_w)$

表2 安定解析の諸条件 case 2

潜堤	
潜堤寸法	高さ5m, 底面幅16m
密度	袋詰め砕石粉; 1.70 (g/cm ³)
海底地盤 (粘性土)	
傾斜角	$\theta = 0, 1, 3, 5, 7.5, 10$ (°)
密度	$\rho_{\text{sat}} = 1.40$ (g/cm ³)
粘着力	$c = 2.45, 4.90, 7.35, 9.80, 12.25$ (kPa) 深さ方向に一定

3. 安定解析による袋詰め砕石粉の潜堤構築に関する考察

図3に示すように、表層粘着力が5.0kPa以上であれば傾斜角 5° 以下で、表層粘着力が7.5kPa以上であれば全ての傾斜角で安全率1.2 以上を確保できる。一方、表層粘着力が小さければ安全率は非常に小さくなるが、最小安全率を与えるときのすべり面の深さによると（図4）、このような場合、最小安全率は非常に浅いすべり円弧にて与えられることが示され、実際には上載荷重の大きい部分が沈下する現象を示していると考えられる。図3の破線は堤体を密度2.6g/cm³の捨石で構築した場合のものであるが、袋詰め砕石粉で堤体を構築した場合と比べて著しく安全率が低下しているのがわかる。図5はcase 2の解析結果である。粘着力が7.5kPa以上であればほぼ安全率1.2 を確保できるといえる。case 1と比較すると、傾斜角の影響が若干小さくなっている。

以上の結果より、袋詰め砕石粉を潜堤構築に利用することは、海底の軟弱地盤上での潜堤の施工を可能にし、潜堤そのものの適用範囲を拡大させるものであるといえる。

干潟を建設する際の養浜構造としての潜堤構築を考えると、潜堤構築による荷重がもたらす地盤の破壊が起こらなければ、圧密沈下による地盤の強度増加を期待することができること、建設汚泥等を背面土砂として投入する場合その密度が低い（1.1g/cm³程度）ため海底地盤への影響も小さいと考えられることから、袋詰め砕石粉を用いた潜堤は干潟建設時の養浜構造として有効であると考えられる。

4. 結論 以上のように、袋詰め砕石粉は潜堤構築に有効利用できることが明らかにされた。海洋開発において環境保全や親水空間の確保などのために人工干潟の建設がクローズアップされているが、その際の養浜構造としての潜堤の構築に本工法は適用しうると考えられる。

（参考文献）1）嘉門雅史・勝見 武・大山 将：第28回土質工学研究発表会、pp.2605-2606、1993。

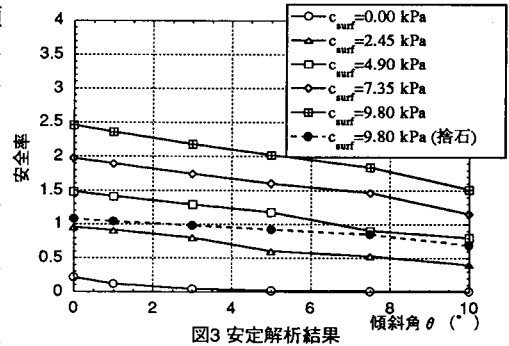


図3 安定解析結果

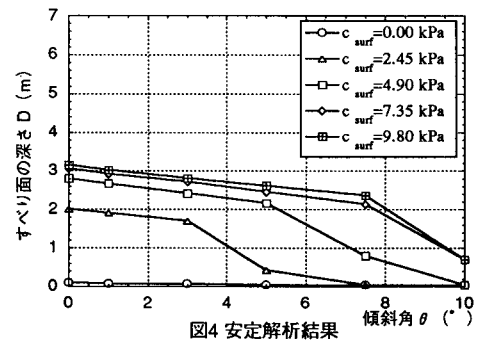


図4 安定解析結果

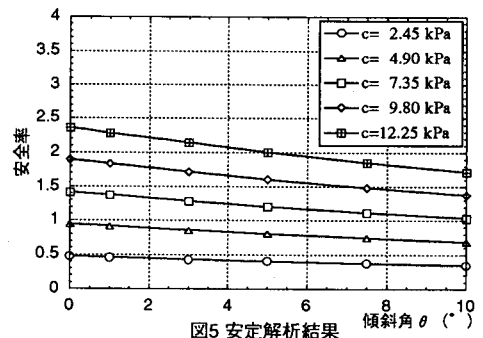


図5 安定解析結果