

矢板対策工におけるサンドドレーン工法の効果

九州大学 工学部 正○大谷 順 正 落合英俊
正 林 重徳 学 田中康徳

1. まえがき 軟弱地盤上に堤防を急速施工する場合に鋼矢板2重式堤防が採用される。またこのとき、矢板に挟まれた粘土層の地盤改良をバーチカルドレーン工法によって実施し築造される堤防の安定を図る場合が多い。本報告は、有明海沿岸において築造予定の堤防について、改良工法としてバーチカルドレーンのひとつであるサンドドレーン工法を取り上げ、サンドドレーンが矢板工に及ぼす影響について有限要素解析により検討したものである。

2. サンドドレーン工法の評価法 サンドドレーンを解析に導入する方法は大別すると、関口らによって提案されたマクロエメント¹⁾のような個々のサンドドレーンを厳密に定式化するものと、サンドドレーンを打設した領域全体を改良域として一様地盤に置換しその材料定数を決定する方法²⁾とがある。本文では、局所的な挙動を把握するためそれぞれのサンドドレーンに対する有効径内に透水係数を分布させることによりサンドドレーンを評価した。すなわち、図-1に示すように砂の透水係数から有効径の外側で粘土の透水係数に一致するまで、図中のA, B, Cに示す分布形状が考えられる。本解析ではこの形状について理論的に決定するまでには至らず、Bの直線分布を仮定することによりこれを評価した。なお、水平・鉛直方向の透水係数は等しいと仮定している。

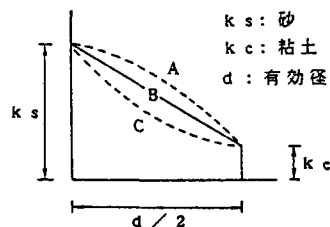


図-1 有効径内の透水係数分布

3. 解析手法および解析条件 著者らは軟弱地盤対策としての矢板工について矢板と土との相互作用を評価した解析を行っている³⁾。本解析手法は、この解析手法に上述したサンドドレーンの評価法を導入したものである。対象は有明海沿岸の地盤であり、ボーリングデータより4層に分けそれぞれにつき室内試験を行うことによりカムクレイモデルのパラメータを決定した。これらは矢板の材料定数とともに表-1、

表-1 矢板の材料定数

	弾性定数 $E(\text{tf/m}^2)$	ポアソン比 ν	断面2次 モーメント $I(\text{m}^4/\text{m})$
矢板	$2.1\text{E}+7$	0.346	$2.86\text{E}-5$

表-2に示す。相互作用の評価についてはジョイント要素のせん断剛性をパラメトリックに解析することにより、摩擦挙動が発揮されるよう表-3に示す値を決定した。図-2に解析モデルを示す。盛土施工は、まず軟弱地盤上に2重矢板を打設し、その後サンドドレーンを打設した後盛り立て速度 $0.3(\text{tf/m}^2/\text{day})$ により27日間で盛土を完了した。なお盛土は砂質土とし弾性体を仮定した。解析ケースは、サンドドレーン打設位置の異なる2ケース(中心より1m:SD-1, 中心より3m:SD-2)と改良を施さないケース(S-1)の計3ケースである。

表-2 地盤の材料定数

		透水係数	ポアソン比	圧縮指数	膨潤指数	限界状態 定数	単位体積 重量
		$k(\text{m/day})$	ν	λ	κ	M	$\gamma(\text{tf/m}^3)$
地盤	A c1	$2.42\text{E}-3$	0.26	0.645	0.069	1.654	1.37
	A c2	$1.54\text{E}-3$	0.26	0.771	0.056	1.654	1.35
	A c3	$6.49\text{E}-4$	0.26	0.728	0.062	1.654	1.20
	A c4	$1.24\text{E}-3$	0.26	0.558	0.558	1.654	1.00

4. 解析結果と考察 図-3は、盛土中心下での沈下を示す。3ケースともに盛土終了付近で沈下は終了し、特にサンドドレーンを打設したケースSD-1, SD-2についてはその傾向が著しい。またサンドドレーンを打設したケースを矢板のみの場合と比較

表-3 相互作用モデルの材料定数

		せん断剛性 $K_{ss}(\text{tf/m}^2/\text{m})$	鉛直剛性 $K_{zz}(\text{tf/m}^2/\text{m})$
相互作用	A c1	$1.9\text{E}+3$	$1.0\text{E}+6$
	A c2	$2.3\text{E}+3$	$1.0\text{E}+6$
	A c3	$6.6\text{E}+3$	$1.0\text{E}+6$
	A c4	$7.2\text{E}+3$	$1.0\text{E}+6$

すると、サンドドレーンにより沈下は約1/3程度に減少し、その減少率は盛土中心に近い位置に打設する場合のほうが顕著である。

図-4は、矢板工の側方変位抑制効果を検討するために盛土法尻部の矢板打設位置（堤内側）の側方変位分布をプロットしたものである。まず、サンドドレーンを打設しないケースでは盛土部分の矢板は盛土側にかなり変形しており、土中においてもかなり大きな変位が生じている。これに対し、サンドドレーンを打設したケースの場合は盛土部、土中共にかなり軽減されている。ケースSD-1とSD-2の比較については沈下同様盛土中心に近い位置に打設するほうが変位抑制効果は大きい。これらの結果を考察するためにそれぞれのケースについて盛土載荷終了時での地盤内の過剰間隙水圧分布をコンターで示したものが図-5である。矢板

のみの結果については、そのコンターラインはかなり密に変化しておりサンドドレーンを打設した場合に比べて間隙水圧の変化が著しい。矢板打設位置で比較してみると矢板のみの場合に比べてかなり減少している。サンドドレーンによる変形抑止効果は、過剰間隙水圧が減少することにより有効応力が増大し地盤が局部的に剛体化することにより変形を抑止すると考えられる。

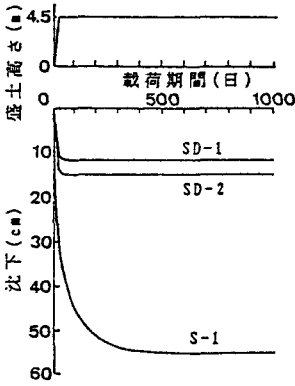


図-3 盛土中心下における沈下

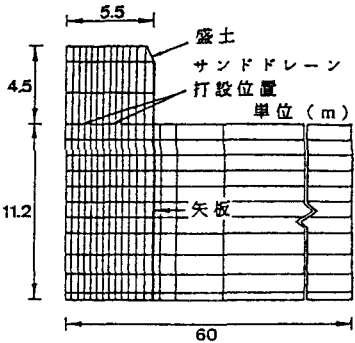


図-2 解析モデル

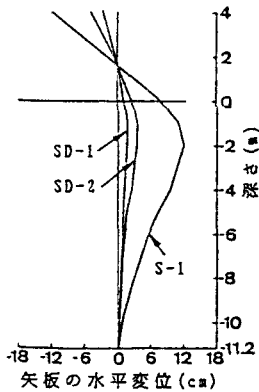


図-4 法尻での側方変位分布 (t=300日)

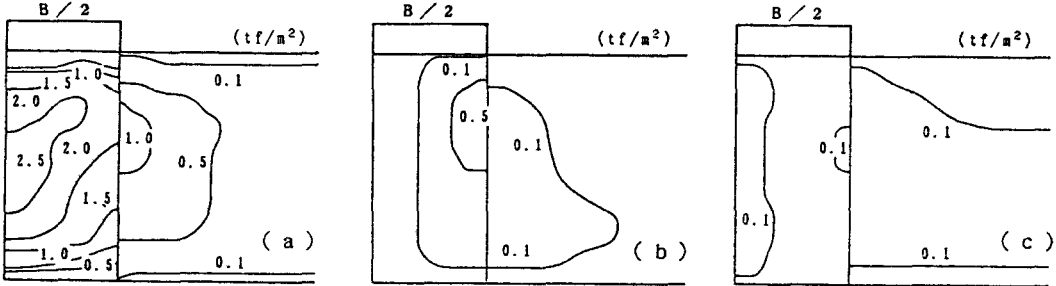


図-5 載荷終了時の過剰間隙水圧分布

5. まとめ サンドドレーンの打設位置が盛土中央に近いほど沈下・側方変位の軽減効果は大きい。この理由としては、サンドドレーンを打設することによる過剰間隙水圧の減少とそれに伴う地盤の局所剛体化が考えられる。今後は、本結果をもとにサンドドレーンの評価法についてさらに検討し、また現場実測との比較を行う所存である。

参考文献：1)関口他「局部載荷を受けるバーチカルドレーン打設地盤の変形解析」，第31回土質工学シンポジウム，pp.111-116,1986. 2)岡岡他「部分改良地盤と無処理地盤の圧密変形挙動の比較」，第25回土質工学研究発表会，pp.1163-1164,1990. 3)大谷他「土と矢板壁の相互作用を考慮した変形解析手法の検討」，第24回土質工学研究発表会，pp.1189-1192,1989.