

福岡県宗像土木事務所

大島 照雄

福岡県行橋土木事務所

正員 ○ 塚本 義孝

西日本工業大学

正員 安原 一哉

1. はじめに

海岸線沿い、特に港湾区域では土地利用の高密度化に伴い、土砂で埋立てられた工業用地造成が行われている。なかでも浚渫土砂の土捨場として二次的に造成された埋立地は、土質学的な問題を残しており、特にシルト分の多い埋立地では、軟弱地盤の処理方法をどうするかが最大の技術的課題となっている。

今回、埋立完了後間もない、平均層厚が10mもある軟弱シルト地盤上にネット（低圧ポリエチレン網）を敷設し、高さ1.5m、幅20m、延長2000mの盛土を施工したものであるが、従来の敷網工とは幾分違ったネットの使い方をした。これほど大の山内豊聡教授らによって提唱されてきた敷網工法を基礎に、ロープで補強されたネットを使った新しい盛土工法について報告する。

2. 敷網による新しい盛土工法概念

敷網工は、原理的には古くから採用されている粗朶工法やバンブーネット工法と同じく、原地盤が軟弱な粘土であってもネットを敷設した上に客土すると原地盤との間に生じる摩擦抵抗とネット自体に生ずる抗張力により過大なめり込みを生ずることなくトラフィカビリティが得られるという特徴を持っている。

敷網工は、盛土下の軟弱層はそのまま残す表層対策工法であるが、含水比が100~200%以上の軟弱層にも適用でき、広大な面積の覆土によく利用される。この拘束効果を持つ敷網工で表層改良をし、深層処理はドレーン工法を併用すれば安定した盛土ができることになる。（図-1.）ところが、このドレーン工法併用盛土は緩速施工で工期も長く、しかも高価な盛土となるため、今回は良質客土による原地盤の押し出し置換を考えた。（図-2.）

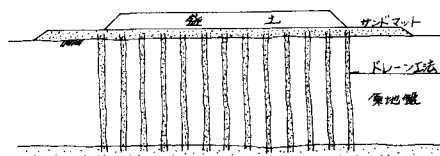


図1. ドレーン工法による盛土の概念図

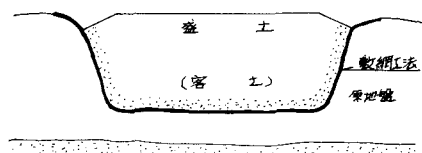


図2. 敷網工法に押し出し置換を意味した盛土

矛盾するように見える従来の敷網工法と押し出し置換工法の組合せは、地盤の性状と施工方法の工夫が可能になると考えられる。即ち、原地盤は押し出し工法が適用しやすい土性がよく、摩擦抵抗を少なくするためネットの展開は最小限に止める。乱された原地盤の支持力低下に業じて、急速施工をする。押し出しは客土を補足し、数回反転圧する。これを繰返すと、側方への地盤の塑性流動により置換が進行する。その際ネットは、相当な張力を受けながら地盤中に引きずり込まれ、原地盤に対して相対的に大きな動きをするので、これをロープで補強する。盛土の進行方向にはヒービングによる場圧力を押える意味でネットの上側に、直角方向には上載荷重が分散しやすいようにネットの下側にロープを固着させる。このようなロープ補強ネットを境界層とすれば、押し出し工法にも耐え、地盤は理想的な置換形となる。

3. 模型実験による軟弱地盤の挙動

敷網工を施した原地盤が盛土荷重により強制的に置換される場合、ネットを含む境界層の動きを定性的に知るため、室内模型実験を試みた。二次元モデルの地盤厚を1/30スケールで制作し、（深さ50cm、幅200cm、奥行80cm）現場採取したシルト質粘土をとり返し、含水比を調整してモデル地盤とした。

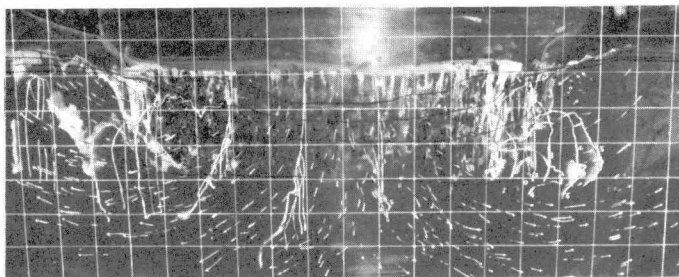


図3. 強制置換による地盤の動き（マス目は10cm四方）

4. 埋立地における敷網による盛土工事について

昭和50年9月から52年3月まで、福岡県が苅田町松山埋立地内で実施した盛土は、この新しい観念に立った敷網工法を採用した。事前ボーリング調査による土質定数は表-1に示す通りで、1～2年後の残留シルト層の土質調査結果も付記している。

盛土工事に当っては、間隙水圧計・側方変位計（クイ）・湧き水計（沈下板）等計測しながら、盛土天端の沈下曲線と動態観測を続けた。

最終的な置換率はボーリング穴により測定し、複収を行った。平均的な横断面を図-1に示し、盛土延長2,300m区間の縦断面は図-4に示している。盛土によって残留した最大6mのシルト層も圧密沈下は約50cmが予想され、クリープ変形による盛土天端の沈下分をさらに50cm、計100cmを見込んでいたが、実際には2年経過後の全沈下は40～50cmであった。2年経過後の土質調査の結果、残留沈下は許容範囲内の10cm程度であることが解った。

載荷重として錘鉄球を使用し、ほぼ半日かけて載荷した。木片により地盤挙動を観察した。一例として図-3に示す通り載荷重によって置換が進むことがよくわかる。

従来のネットを改良し、局部的な応力の増加に耐えるようにし、施工に当っては動態観測が不可欠なものであることが解った。

試験項目	記号	単位	盛土前	1年後	2年後
土粒子比量	G _{ss}	-	2.67	-	-
単位体積重量	γ	g/cm ³	1.38	1.40	1.43
自然含水比	w	%	147	123	102
固相比	e	-	3.79	3.09	2.86
液性限界	L.L.	%	58.5	-	-
塑性限界	P.L.	%	27.8	-	-
塑性指数	P.I.	-	30.7	-	-
透水性係数	k	cm/sec	-	2.87×10 ⁻⁶	-
一軸強度	q _u	kg/cm ²	0.08	-	0.30
粘着力	c	kg/cm ²	0.04	-	0.15
圧密時沈下	p _y	kg/cm ²	-	0.21	-
圧密係数	c _v	cm ² /min	-	4.03×10 ⁻³	-
水平圧縮係数	m _v	kg/kg	-	3.31×10 ⁻³	-

表-1. ボーリング調査による土質定数

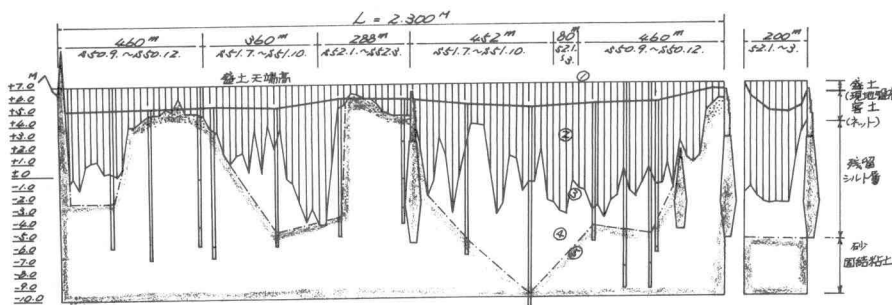
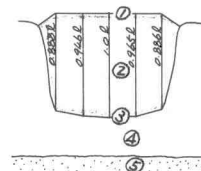


図4. 縦断面図

○縦断面図の縮尺は横方向に1/400、縦方向に1/100としている。

○平均横断面①との比をみると①～⑤となる。



5. おわりに

今回の工事ではネットを、トラフィカビリティ確保と、原土盤と置換客土の境界層形成という使い方をしたが、前期の目的は一応達成されたと考えられる。本工事の経験から、この敷網による押し出し置換工法は次のような条件が必要であるように思われる。①まず良質の盛土材料が安価で大量に入手でき、側方変位（盤ぶくれ）が起きてもかまわない現場であること。②クリープ変形や圧密沈下を持って鎮座するだけの工期がとれること、等であろう。今回の工事により、敷網工法の適用範囲が従来より拡大される事が示唆された。

尚、同じ考え方による盛土工事が、福岡県苅田港務地区に、昭和50年度も続行して施行された事を付記します。（謝辞）今回の施工に当って、終始御指導いただいた九州大学の山内豊聡教授と、現場における計測に御協力いただいた三原建設株式会社にお礼申し上げます。

（参考文献）1). 山内豊聡（1974）；敷網工の概念と設計・施工の問題点，「施工技術」第7巻第7号別刷 pp8～pp12。
2). 山内豊聡（1975）；敷網工の原理と施工，軟弱地盤の改良，新総合土木研究社発行，pp 25～pp25。