シールド発生土の改質に関する基礎的検討

西松建設株式会社　　正会員　○地井 直行　石渡 寛之　佐藤 靖彦　坪井 広美

1.　緒言

泥土圧シールド工法で排出される発生土は、その性状が第 4 種建設発生土基準（コーン指数 qc≧200 kN/m²）を満足すれば土砂として取扱うことができる。また、盛土等に有効利用するためには、第 3 種建設発生土基準（qc≧400 kN/m²）の強度を確保する必要がある [1]。強度確保のために石灰・セメント系を用いることが多い [2] が、植生や周辺の公共水域への影響等を考慮し、pH が中性域（5.8～8.6）であることが求められる場合がある。そこで、改質材として中性固化材を用い、シールド発生土の pH と強度の改質に関する基礎的な検討を行った。

2.　材料および方法

2.1　土壌試料

土壌試料はシールド現場の地層的に異なる 3 箇所を選定し、コアボーリングにより採取した。試料①および試料②は砂分主体、試料③はシルト分と砂分主体の洪積層であり、土懸濁液 pH はアルカリ性であった。

2.2　添加材および中性固化材

切羽添加材としては、起泡材 2 種類と高分子材 2 種類を用いた（**表 1**）。中性固化材はマグネシウム化合物、カルシウム化合物、もしくは石膏を主成分とする 5 種類を用いた。

2.3　模擬シールド発生土の作製

採取した土壌試料は、ボーリングコアの 1 m ごとあるいは地層ごとに 9.5 mm 以下に破砕後、実際のシールド掘削面の断面比率となるよう混合し、切羽添加材を所定量添加混合することで模擬シールド発生土を作製した（**表 2**）。

2.4　改質土の作製および改質効果の確認

模擬シールド発生土に対して中性固化材を 30 kg/m³ 添加混合し改質土（改質土①、改質土②、改質土③）を作製した。

改質後、改質土を材齢日ごとに小分けし、現場の仮置きを想定したほぐした状態のまま、20℃で密封養生した。

1 日、3 日、7 日、14 日、28 日、84 日材齢時にコーン指数試験（JIS A 1228）、土懸濁液 pH 試験（JGS 0211）および重金属等の土壌溶出量試験（平成 3 年環境庁告示第 46 号）を行い、中性固化材の改質効果を確認した。

表 1　添加材（起泡材および高分子材）

種類		添加量※	主成分
起泡材	A	300	α-ｵﾚﾌｨﾝｽﾙﾎﾝ酸
	B	170	ﾎﾟﾘｵｷｼｴﾁﾚﾝｱﾙｷﾙｴｰﾃﾙ硫酸塩
高分子材	A	5	ｱｸﾘﾙ系水溶性ﾎﾟﾘﾏｰ (分子量:1,400-1,800万)
	B	4	ｱｸﾘﾙ系水溶性ﾎﾟﾘﾏｰ (分子量:1,800-2,200万)

※単位　起泡材:L/m³、高分子材・中性固化材:kg/m³

表 2　模擬シールド発生土の諸性状

試料名	高分子材	コーン指数 kN/m²	含水比 %	pH
模擬シールド発生土①	A	885	35.2	8.8
	B	635	35.2	
模擬シールド発生土②	A	4,059	25.8	9.9
	B	3,763	25.9	
模擬シールド発生土③	A	663	22.1	9.2
	B	667	22.1	

模擬シールド発生土①,③は起泡材A、②は起泡材Bを使用

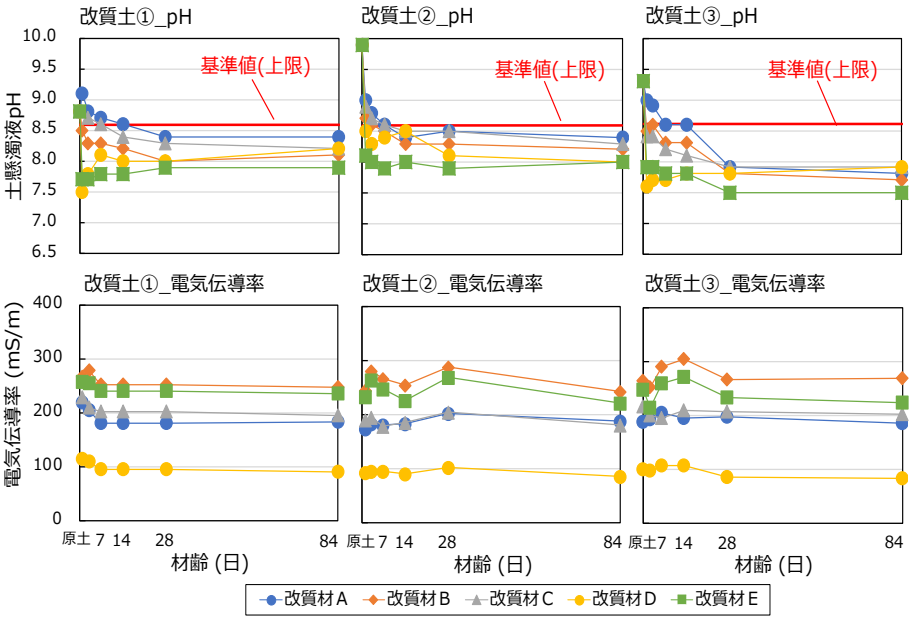

図 1　改質土の土懸濁液の pH および電気伝導率

キーワード　泥土圧シールド，発生土，改質材，中性固化材，土懸濁液 pH，コーン指数

連絡先　　〒105-0004　東京都港区新橋六丁目 17 番 21 号　西松建設（株）技術研究所　ＴＥＬ03-3502-0247

3. 結果および考察

3.1 土懸濁液 pH

各模擬シールド発生土（原土）の土懸濁液 pH はアルカリ（pH 8.7～9.9）を示したが、改質後、速やかに中性化した。特に、改質土②は改質前 pH 9.9 と比較的高アルカリ性であったが、材齢 7 日時点でどの改質材でも pH 8.6 以下に改質された。また、いずれのケースも材齢 14 日以降は pH 8.6 を下回り、材齢 84 日の pH は 7.9～8.4 であった。すべての中性固化材とも安定的に中性域を維持することが確認され、材齢の進行に伴う空気酸化による大きな pH 低下は認められなかった（**図 1**）。なお、土壌溶出量試験の溶出液の pH についても、すべてのケースで中性域であった（**図 2**）。また、土懸濁液の電気伝導率は、改質後から材齢 84 日まで大きな変動はなく、改質に伴うイオン溶出は認められなかった（**図 1**）。

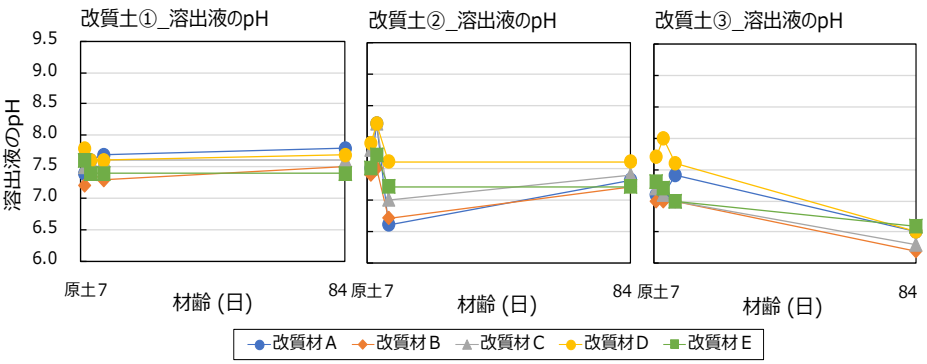

図 2 土壌溶出試験の溶出液の pH

3.2 強度（コーン指数）

すべての改質土とも材齢に伴い強度が低下する傾向を示したが、改質土①の高分子材 B 以外は、材齢 84 日でも第 3 種建設発生土基準（qc≧400kN/m²）を満足した（**図 3**）。強度の経時的な低下は、試料をほぐした状態で養生した後に締固めたことで、改質材による強度発現の効果が小さくなったことが原因と考えられる。また、試料の含水比が高い場合、分子量の大きい高分子材 B が多くの水分を保持することで、改質材の改質効果をさらに低下させた可能性が考えられた。

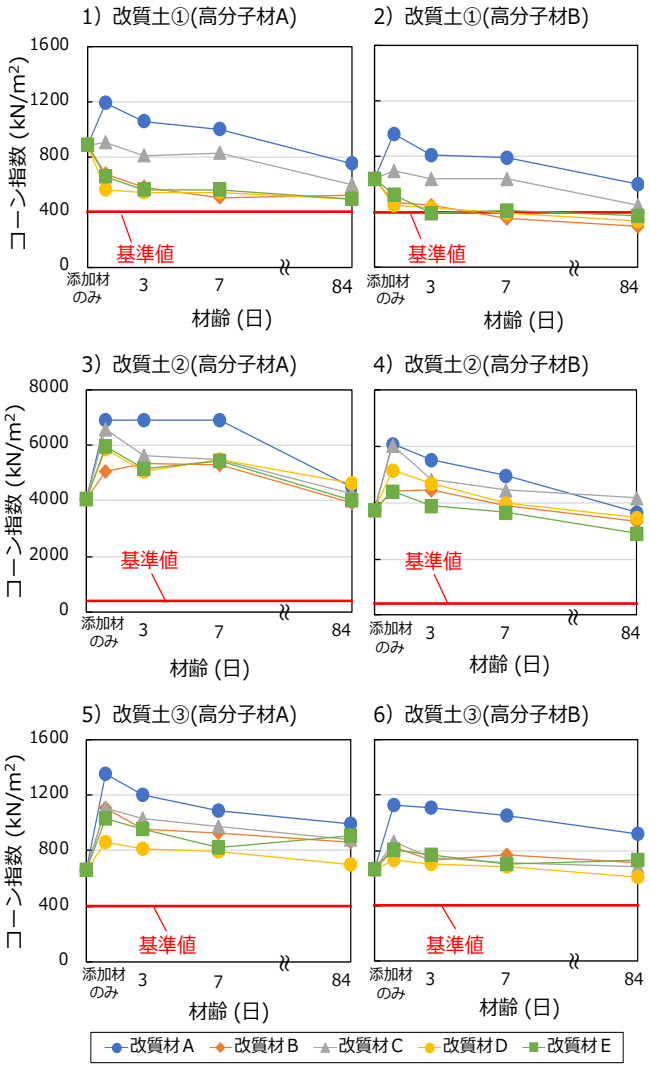

図 3 改質土の強度（コーン指数）

3.3 重金属等土壌溶出量

改質土の自然由来重金属等 8 項目の土壌溶出量を確認した結果、いずれの中性固化材を用いた場合においても、土壌環境基準を満足した。

4. 結言

実際に発生するシールド発生土を模擬的に作製し、中性固化材を用いた改質効果について検討した。その結果、施工にあたり、以下に示す、シールド発生土の改質に関する知見を得ることができた。

① いずれの中性固化材ともアルカリ性を呈したシールド発生土を速やかに中性化でき、材齢 84 日においても安定的に中性域を維持し、材齢の進行に伴う空気酸化による大きな pH 低下は認められなかった。

② 中性固化材を用いることで、第 3 種建設発生土基準を満足する改質土へ改質できるが、切羽添加材として使用する高分子材によっては強度の安定性に留意する必要がある。

参考文献

1) 国土交通省：発生土利用基準について、2006
2) 国土交通省：建設工事における建設汚泥リサイクル事例集、2015