

浄水汚泥を混合した地盤改良土壌の透水性に関する研究

福岡大学工学部 学生員 ○西ノ園勇気 福岡大学工学部 正会員 山崎惟義
 福岡大学工学部 正会員 渡辺亮一 福岡大学工学部 正会員 伊豫岡宏樹
 福岡大学工学部 正会員 林義晃 (株)シーマコンサルタント 非会員 鹿田昌史

1. はじめに

現在の都市は地面がアスファルトやコンクリートで覆われ、不浸透域が形成されている。そのため、降雨強度の大きい雨が降ると雨水が地下に浸透せず、内水氾濫により都市や地下空間の浸水をもたらす「都市型水害」が多く発生している。雨水流出抑制対策が進む中で、福岡大学では、雨水流出抑制手段の一環として、雨水を貯留・浸透させることが可能な改良土壌を下部構造にもつ人工芝サッカー場を建設し、実証実験を行っているが、まだ透水性については具体的な評価は行っていない。本研究ではこの改良土壌の材料として、浄水場から発生する浄水汚泥に注目している。浄水汚泥は、現在産業廃棄物に分類されるため、廃棄物処理法に沿った処理が必要である。現在、発生汚泥は地盤材などの有効利用や埋立処分がされているが、浄水汚泥は永続的に排出される見込みの物質のため、国土の狭い日本ではその処分地の減少が懸念されている。そこで本研究では、浄水汚泥の有効利用の一つとして改良土に混合し、透水地盤に利用できないかを検討する。

2. 研究の目的

本研究では、人工芝サッカー場の改良土壌部分の透水性を透水係数で評価し、その改良効果を検討する。さらに浄水汚泥を混合した改良土の透水性を従来改良土と比較し、浄水汚泥混合改良土が透水地盤として雨水流出抑制施設に利用できることを目的とする。

3. 人工芝サッカー場概要

図-1 は福岡大学人工芝サッカー場の地下構造断面図である。福岡大学人工芝サッカー場では、通常的人工芝グラウンドにおいて、アスファルトが用いられる路盤の部分に改良土壌を用いているのが特徴である。この改良工法はトース土工法と呼ばれ、通常グラウンドに用いられる真砂土に添加剤を配合し、団粒構造をつくり透水性・保水性を向上させる工法である。

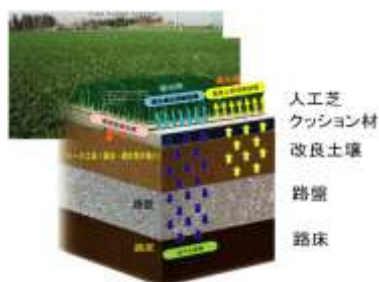


図-1 福岡大学人工芝サッカー場断面図

4. 試料と実験方法

(1) 実験試料 実験のベースとなる材料は熊本県玉名産の真砂土である。浄水汚泥は福岡市高宮浄水場で排出されたものを使用する。改良土壌に用いられている添加剤はベースとなる真砂土 1000g につき固化剤が 6g、混和剤が 2g である。浄水汚泥混合タイプは 10% 混合、20% 混合の 2 タイプで、計 4 種類の試料を比較する。

表-1 実験試料の概要

	真砂土	改良土	浄水汚泥 10%	浄水汚泥 20%
最大粒径 (mm)	4.75	4.75	4.75	4.75
層厚 (cm)	10	10	10	10
最適含水比 w_{opt} (%)	14.1	15.4	22.8	27.6
最大乾燥密度 ρ_{max} (g/cm ³)	1.862	1.820	1.605	1.549

表-2 サッカー場の改良土の乾燥密度 ρ_d (g/cm³)

供試体番号	1	2	3	4
ρ_d (g/cm ³)	1.877	1.932	1.470	1.698

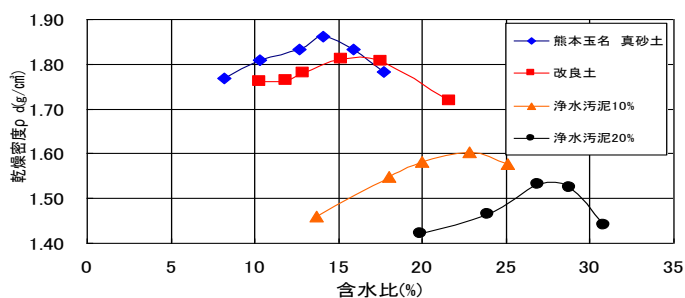


図-2 締固め曲線

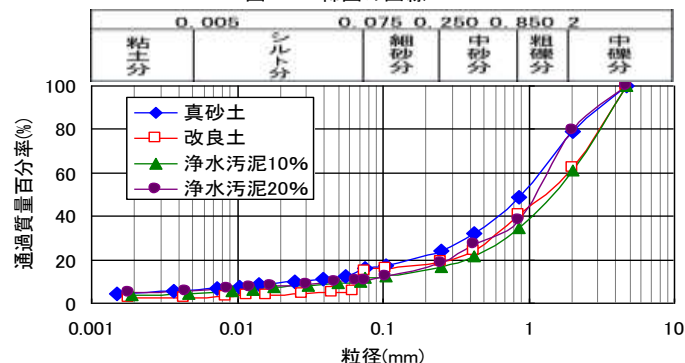


図-3 粒径加積曲線

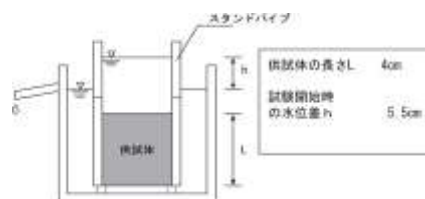


図-4 変水位透水試験器

表-1 は実験試料の概要である。表-2 は福岡大学人工芝グラウンドの改良土壌の乾燥密度 ρ_d (g/cm³) を求めたものである。実際のグラウンドに施工されたトース土工の改良地盤の乾燥密度を求めた結果、平均で 1.744 (g/cm³) となった。この値を実験する試料の締固めの基準とし、透水性を比較する。

図-2 は各試料の締固め曲線である。真砂土に添加剤を混合した改良土、添加剤および浄水汚泥を混ぜた試料の締固め曲線は真砂土の右下方に変化した。添加剤および浄水汚泥を混合すると最適含水比は高くなり、最大乾燥密度は小さくなった。

次に図-3 に粒径加積曲線を示す。ベースとなる真砂土の粒径分布は、粒径が広い範囲にわたって分布する締固め特性の良い土である。一方、真砂土に添加剤を加えた改良土の粒径分布は、真砂土の粒径加積曲線より右に位置し、75 μ m 未満の細粒分が少なくなっていることがわかる。改良土は粒子の団粒化が添加剤によって起こされていることが確認できる。浄水汚泥を 10% 混合したタイプは改良土より細粒分は多いが、真砂土よりは少なく、添加剤による団粒化が考えられる。

(2) 実験方法 図-4 は研究で使用する変水位透水試験装置の概要である。実験開始時の水位差は 5.5cm である。実験前に供試体は飽和度を高めるために水浸減圧容器にセットし、真空ポンプにつなぎ徐々に減圧し気泡が出なくなるまで続ける。真空ポンプの最大圧力は 266 kPa であり、減圧時間は 30 分とした。

5. 結果・考察

(1) 結果 図-5 は各試料の透水係数の関係を示したグラフである。未改良土の真砂土の透水係数は飽和度が最大の 88% のとき、 2.90×10^{-4} cm/sec を示した。次に改良土が飽和度 93% の時、 1.94×10^{-3} cm/sec を示した。浄水汚泥を 10% 含有させた改良土は飽和度 92% で 2.64×10^{-4} cm/sec となった。一方浄水汚泥を 20% 含有させた改良土は、飽和度 92% で 7.0×10^{-4} cm/sec となり、飽和度が同じ時の場合、浄水汚泥混合改良土では、透水性は浄水汚泥 20% タイプが 10% タイプより優れている。

(2) 考察 真砂土と改良土の透水性について比較すると、改良土が真砂土より約 10 倍透水する結果が出ている。これにより通常改良土は未改良の真砂土に比べ透水性に優れており、トース土工の改良地盤のグラウンドや公園が今後増加した場合、未改良地盤施設より地下に雨水が浸透しやすく、雨水流出抑制に効果があると期待できる。一方、浄水汚泥を混合した改良土は、通常のタイプの改良土より透水性が落ちている。これにより浄水汚泥を混合させた改良土は、福岡大学人工芝サッカー場の改良土壌の施工と同じ締固め方では、トース土工を行ってもサッカー場の改良地盤と同じ透水性能を発揮することができないということを示している。つまり、浄水汚泥を混合させる際、改良土の特

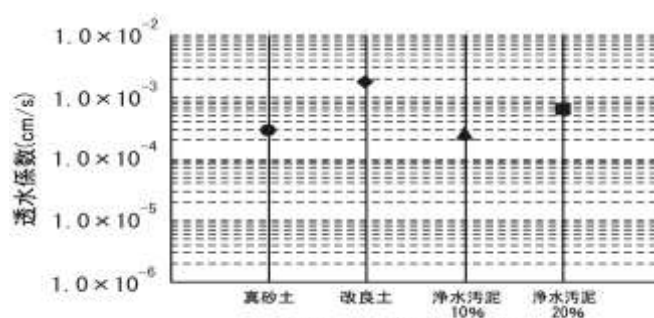


図-5 各試料の透水係数

性を失わないように工夫する必要がある。

6. まとめ

4 種類の試料について透水試験を行った結果、最も透水性が高い試料は人工芝サッカー場タイプの改良土であると考えられる。これより最も理想的な試料は福岡大学人工芝サッカー場タイプの改良土であることがわかった。今回の実験では、浄水汚泥を混合した改良土 2 タイプとも、福岡大学人工芝グラウンドの改良土壌と同じ締固め方では添加剤を混合しても改良土と同じ透水性を示さなかった。浄水汚泥を混合した場合、試料の締固め方を緩くした上で強度を同等に保つ工夫が必要であると考えられる。

今後の課題 浄水汚泥混合タイプの改良土が福岡大学人工芝サッカー場と同等の透水性をもつように、配合を決定するとともに、サッカー場で使用できる範囲の強度でありながらより透水性に優れた施工方法の提案を今後の課題とする。さらに、改良土の用途をグラウンドや公園の地盤だけでなく、路盤に使用できる強度を実現し、都市における浸透域の拡大を将来目指していきたいと考えている。

謝辞 本研究を進めるにあたって、株式会社シーマコンサルタントに多大なる御協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 株式会社シーマコンサルタントホームページ <http://www.cimaconsul.co.jp/>
- 2) 山崎惟義, 渡辺亮一, 澄川瑠美: 浄水汚泥を用いた透水・保水性地盤材料の開発に関する研究, 土木学会西部支部講演概要集, VII-002, pp. 885-886, 2009.
- 3) 末竹良, 青山大志, 佐藤研一, 森本辰雄, 武田都: 碎石場の脱水ケーキを用いた新しい遮水材料の力学・透水特性に及ぼす初期含水比の影響, 土木学会西部支部講演概要集, III-113, pp. 589-590, 2009.
- 4) 竹下祐二, 森井俊広: 土中水分計測データを用いた簡便な原位置試験方法による不飽和砂質土地盤の飽和・不飽和透水係数の測定, 土木学会論文集 C, Vol. 62 No. 4, pp. 831-839, 2006.
- 5) 古河幸雄, 曾津大三, 藤田龍之: 浄水汚泥の地盤材料への利用に関する研究, 土木学会論文集 C, Vol. 62 No. 1, pp. 67-78, 2006.