

水熱固化汚泥を用いた再生骨材路盤の透水性に関する研究

福岡大学大学院 学生員 恵本 征彦
 樋口産業(株) 吉里 哲郎
 (株)神戸製鋼所 長谷川理貴
 福岡大学工学部 正会員 江本 幸雄

1.はじめに

透水性舗装や排水性舗装は、騒音の低減、走行性の改善、雨水の流出抑制などを目的に普及してきている。透水性舗装は、雨水を浸透させないで側溝に排水する排水性舗装に比べて、雨水を空隙のある表層部から路盤や路床に浸透させ地中に還元し自然環境を改善する効果も有している。透水性路盤は適度な空隙を有し、所定の強度と浸透性の両方を兼ね備えたものでなければならない。一方、建設副産物の有効利用として路盤材にはコンクリート再生骨材が広く用いられるようになっているが、締固め後の浸透性はあまりよくない。本研究では、建設汚泥および碎石場汚泥を水熱固化処理したものを、再生骨材路盤材の一部として混合し、締固め後の透水性と CBR について検討を行った。

2.実験概要

2.1 使用材料

水熱固化処理品を混入する路盤材として、コンクリート廃材から製造した再生粒度調整碎石(RM25)および再生クラッシャーラン(RC40)を用いた。透水性を保つための添加材として用いる汚泥水熱固化処理品は、シールド工事等に伴い発生する建設汚泥の脱水ケーキを水熱処理することにより固化したもの(以下、水熱 A と呼ぶ)と、碎石場などで発生した汚泥の脱水ケーキを水熱処理することにより固化させたもの(以下、水熱 B と呼ぶ)の 2 種類を用いた。比較のため掘削土を洗浄して製造した洗い砂および水砕スラグも使用した。使用材料の物理試験結果を表-1,2 に示す。汚泥水熱固化処理品とは、建設汚泥中のシリカ(SiO_2)と生石灰中のカルシウム分(CaO)が、オートクレーブ(170~180°C)の環境下で、化学反応(水熱反応)した高い強度をもつ処理物である。水熱反応によってケイ酸カルシウム水和物の一種であるトバモライト結晶が生成される。水熱 A,B により性質が異なるのは、汚泥の元となっている地盤や岩石中のシリカ成分の量が関係しているものと推測される。

2.2 実験方法： 再生路盤材に対して、各種添加材の混入率を内割り質量で 0,10,20 および 30%に変化させて、JIS A 1210「突き固めによる土の締固め試験方法」により 3 層各 17,42,92 回の締固めを行い、透水試験と CBR 試験を実施した。透水係数は、JIS A 1218「土の透水試験方法」の定水位透水試験により求めた。CBR 試験は、それぞれの路盤材の最適含水比で締固め 4 日水浸後、貫入試験を実施した。

3.実験結果及び考察

(1)粒度分布

汚泥水熱固化処理品および再生路盤材の粒度分布を図-1 に示す。汚泥水熱固化処理品の粒度分布は、9.5mm ふりでは全て通過するもので、A の方が 1.18mm 以上のものが多いことがわかる。これは、原料である汚泥の含水比、生石灰量、養生温度等によるものと考えられる。洗い砂と水砕スラグは、さらに小さい粒度分布である。

表-1 汚泥水熱固化処理品の物理的性質

材料	水熱A	水熱B
単位容積質量 (kg/l)	0.89	1.24
表乾密度 (g/cm^3)	1.93	2.12
吸水率 (%)	28.3	19.3
実積率 (%)	59.5	64.3
すりへり減量 (%)	29.8	38.2

表-2 再生路盤材の物理的性質

材料	RM25	RC40
最適含水比 (%)	10.4	10.6
最大乾燥密度 (g/cm^3)	1.901	1.903
修正CBR (%)	107.9	78.4
すりへり減量 (%)	23.9	24.3

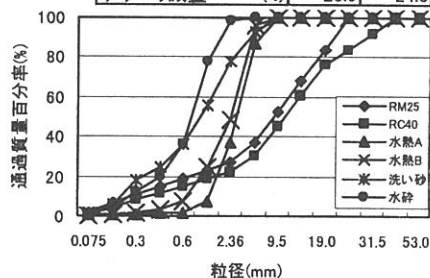


図-1 粒径加積曲線

(2) 締固め回数と透水係数の関係

図-2,3に締固め回数と透水係数との関係を示す。水熱A,Bを比較すると、同配合・同回数においてはAの方が比較的大きな値を示した。これは、水熱Aの方がBに比べて、透水性が高いためと考えられる。

一般に締固め回数の増加とともに、密度が増加して透水係数は小さくなる傾向が認められる。締固め度の高いRM25の42,92回においては、混入率20%の部分で透水係数が最大となった。これは、強度の大きい再生骨材が強度の弱い水熱固化処理品へ置換されるために強度不足となり、水熱固化処理物が破碎され、それにより透水性が低下したと考えられる。

(3) 締固め回数 92 回における透水係数の比較

92 回締固め後の添加材の種類と透水係数との関係を図-4,5に示す。図-4では、水熱Aは混入率20%で $9 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ となった。また、水砕スラグと比較して、混入率20%以外ではほぼ同程度の透水性があり、洗い砂と比較するとかなりよい値が得られた。水熱Bの透水性は水熱Aと比較して低く、洗い砂と同程度の値となった。図-5のRC40の場合、水熱A,Bの透水係数は、 $3 \sim 5 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ となり、水砕スラグや洗い砂 ($0 \sim 2 \times 10^{-4} \text{cm/s}$) と比較して透水性が大きいことがわかる。また、水熱固化処理品に比べ水砕スラグ、洗い砂を用いた場合、再生路盤材の種類により透水性が大きく異なることがわかる。

(4) 締固め回数 92 回における CBR の比較

92 回締固め後の添加材の種類と CBR との関係を図-6,7に示す。図-6では、水熱A,Bともに、添加率20%で若干低い値を示したものの、他の添加材と同様に、CBR値が80%以上となり、高い値が得られた。図-7に示すようにRC40の場合もRM25と同様に、水熱Bの添加率10%において最大となった。CBR値は水熱A,Bともに水砕スラグと同程度の値となり、どの添加材を用いた場合も再生路盤材の違いによる大きな差は認められなかった。

4.まとめ

- 1) 汚泥水熱固化処理品を混入した再生骨材路盤は水砕スラグを混入したものと同程度の透水性が得られる。
- 2) RC40に汚泥水熱固化処理品を混入した場合、水砕スラグ、洗い砂よりも透水性の改善が著しい。
- 3) 汚泥水熱固化処理品を混入した場合でも CBR 値に大きな差は認められない。

5.あとがき

今後、透水性路盤の空隙詰まりや長期的な強度、耐久性の検討が必要である。

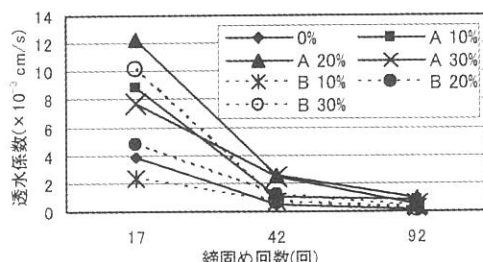


図-2 締固め回数と透水係数の関係(RM25)

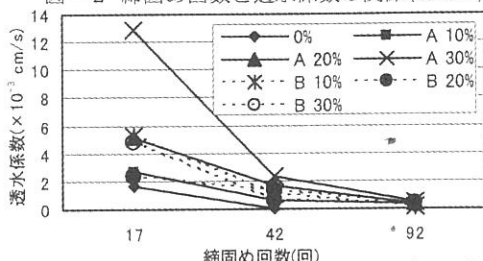


図-3 締固め回数と透水係数の関係(RC40)

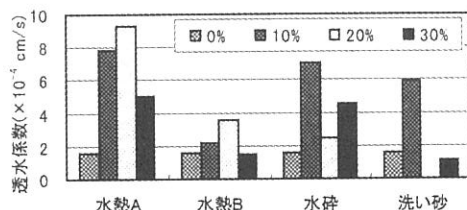


図-4 締固め92回における透水係数(RM25)

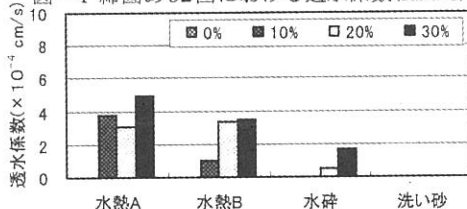


図-5 締固め92回における透水係数(RC40)

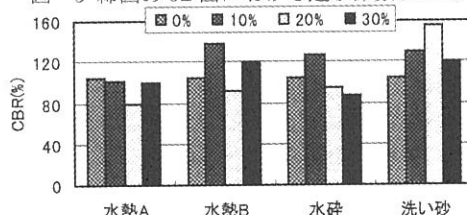


図-6 締固め92回における CBR 値(RM25)

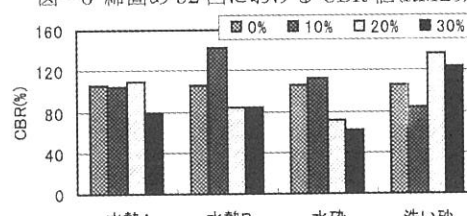


図-7 締固め92回における CBR 値(RC40)