

## 環境に配慮した土系舗装材の開発

大林道路 (株)	正会員	古谷野 拓 ○
大林道路 (株)	正会員	藤井秀夫 ○
足利大学	正会員	中村 航 ○
奈良女子大学		根本哲夫

## 1. はじめに

高耐久かつ環境にやさしい土系舗装を目標にその研究・開発を行い、試験施工によりその性能を評価した。高耐久の評価は車両通行可能な強度を持つものとした。環境にやさしいとは、セメントや樹脂などを使用せず、舗装撤去粉砕後の土が、環境省の定める土壤環境基準(環境庁告示第46号)を満足するものとした。

## 2. 固化材と添加剤の決定

## (1) 固化材と助剤の決定

セメントを使用せず強度向上が期待できる固化材を、既往の論文<sup>1)</sup>を参考に検討した。土は茨城県産の真砂土を使用した。検討した固化材に強度向上を期待して助剤を加え、各配合の一軸供試体を作製した。

混合物は、土と固化材、助剤を1分30秒間空練りし、目標スランプフロー値5.5cm程度になるまで加水しながら、3分30秒間混練するという手順で製造した。混合物をφ50mm×H100mmの鋼製型枠に充填し、室温20°C、湿度60%の条件下で4日間気中養生し、その後3日間水浸養生した。強度試験結果を表-1に示す。強度は、表乾状態の供試体を土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)で評価した。

試験結果から、固化材に酸化マグネシウム(MgO)、助剤に塩化マグネシウム(MgCl<sub>2</sub>)を用いた場合に高い強度が確認できた。

## (2) 添加剤の決定

(1)で選定した組み合わせは、目標とする強度は満足したものの耐水性に問題があることがわかった。

耐水性を改善させる方法として、焼石膏やリンを添加することで改善するとの報告<sup>2)</sup>がある。そこで、添加剤として、表-2のものを評価した。なお、残留強度は、水浸後の一軸圧縮強度を水浸前の強度で割ったものである。供試体の作製方法は(1)と同様である。

その結果、選定添加剤を用いた供試体で、残留強度が大きく、耐水性改善が見られた。

したがって、配合は、酸化マグネシウム、塩化マグネシウム、選定添加剤を用いたものに決定した。

表-1 検討固化材と強度試験結果

固化材	助剤	固化材+助剤* (土に外割)(%)	一軸圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
MgO	MgCl <sub>2</sub>	10	水浸崩壊
		22	14.2
		32	39.4
MgO	リン酸塩	40	1.9
消石灰	-	8	0.3
消石灰	カゼイン	12	0.5
水硬性石灰	-	8	0.2
水硬性石灰	カゼイン	15	0.5
MgO	-	8	0.3
MgO	カゼイン	15	1.2

※乾燥土に対して外割

表-2 添加剤と残留強度

添加剤	用途	添加量* <sup>1</sup> (%)	残留強度* <sup>2</sup> (%)
なし	—	なし	57
過リン酸石灰	肥料	20	78
		30	86
		50	73
焼石膏	建築	20	52
水硬性石灰	左官	10	48
二酸化ケイ素	ガラス	10	70
選定添加剤	食品	3	67
		5	113
		10	86
比較添加剤 A	食品	3	57
		5	76
		10	73
比較添加剤 B	食品	5	84
比較添加剤 C	食品	5	5
		10	10

※1 添加量：酸化マグネシウムに対して外割

※2 残留強度=(水浸後の強度) / (水浸前の強度)

キーワード 土系舗装, 高耐久, 車両対応, 酸化マグネシウム, 真砂土

連絡先 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林道路 (株) 技術研究所 TEL 042-495-6800

### (3) 高強度化

母材に骨材として7号砕石を混ぜ入れ、高強度化の検討を行った。検討した配合と試験結果を表-3に示す。強度はコンクリート曲げ強度試験方法(JIS A 1106)で評価した。結果としては、固化材の配合量が多い供試体の方が高い強度が発現した。また、真砂土のみの配合よりも骨材を混ぜた配合の方がより高い強度が発現した。したがって、高強度化は母材への骨材の投入及び固化材の配合量の増加で実現可能であると判断した。

### (4) 環境評価

前述した通り、セメントや樹脂等が不使用であり、固化材、助剤、添加剤から六価クロムや有害な化学物質の溶出はなく、『環境庁告示第46号溶出量試験(28項目)』で土壌環境基準を満足した材料であると分かった。

表-3 配合表及び曲げ強度試験結果

母材	真砂土(%)	100	100	70	70	70
	骨材(%)	0	0	30	30	30
固化材+助剤+添加剤(母材に外割)(%)		16.5	22.8	10.4	16.5	22.8
曲げ強度 <sup>*</sup> (N/mm <sup>2</sup> )		1.4	3.7	1.4	3.4	6.7

※目標値：コンクリートの曲げ強度 2.5N/mm<sup>2</sup>

## 3. 試験施工

室内試験の結果を基に、試験施工による実証性評価を行った。平面図を図-1、現場試験及び強度試験の結果を表-4に示す。強度試験は7日間現場養生した供試体を自然乾燥状態で実施した。

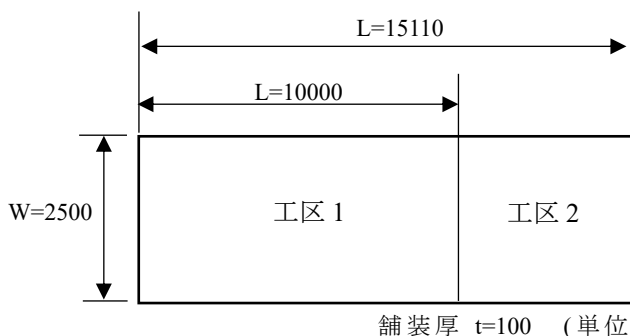


図-1 平面図

表-4 現場試験及び強度試験結果

工区	工区 1	工区 2 <sup>*</sup>
固化材+添加剤(母材に外割)(%)	16.5	22.8
スランプ(cm)	5.0	5.0
曲げ強度(N/mm <sup>2</sup> )	4.3	—
FWD (D <sub>0</sub> μm)	903.5	2290
一軸圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	18.2	—

※ 工区 2 の曲げ、一軸データは欠損

混合物は、前述の**2.固化材と添加剤の決定**における混合物の製造と同様に製造した。施工状況を写真-1、施工完了の状況を写真-2に示す。

打設後、人が乗れる程度の硬化までに5日を要した。室内試験では、恒温室(20°C60%、1日)養生で曲げ強度 3.4N/mm<sup>2</sup>程度の強度の発現を確認しており、施工時の現場の気温が 5±5°C程度の低温であったことが硬化に影響を及ぼしたと考えられる。

今後の課題として、硬化時間の短縮方法を検討する必要がある。

## 4. まとめ

車両対応可能な強度を持つ、高強度の土系舗装が製造できた。今回の試験施工の結果から、現場での施工が十分に可能であり、意匠的にも様々な検討可能性が存在することが確認できた。

## 参考文献

- 1) 戸建住宅の組積耐力壁に用いる非焼成ブロックの材料・調合および製造条件に関する検討
- 2) 海水マグネシアによるマグネシアセメントの研究
- 3) Yanni Tan・Yong Liu・Lian Grover 「Effect of phosphoric acid on the properties of magnesium oxychloride cement as a biomaterial」 Cement and Concrete Research,56(2014)69-74



写真 1 施工状況



写真 2 施工完了