

滑走路舗装(上部路床)への鉄鋼スラグ（CS材）の適用

関西国際空港株式会社 フェロー会員 ○島田 敬
 ㈱NIPPO コーポレーション 正会員 小形 仁
 関西国際空港株式会社 松下 憲司

1. 目的

関西国際空港の滑走路・誘導路に使用する上部路床用材料は、1期工事でマサ土セメント安定処理が選定されたが、2期工事では品質や経済性、省資源の観点からクラッシャーラン鉄鋼スラグ（以下CS材）に注目した。本文は、CS材を上部路床材として使用するために実施した各種試験結果の一部を報告するものである。

2. CS材の基本性状

鉄鋼生産に際して必ず産出される副産物として図-1に示す鉄鋼スラグがあり、2004年度の販売量は約3,374万トン、この内製鋼スラグは951万トン¹⁾となっている。路盤用鉄鋼スラグの品質規格は表-1に示すように定められているが、路盤用鉄鋼スラグという呼び名は、高炉スラグまたは製鋼スラグに高炉スラグなどを混入した路盤材料で、水硬性粒度調整スラグ（HMS）、粒度調整スラグ（MS）、クラッシャーランスラグ（CS）の総称をいう。なお、本件で用いたCS材は全て製鋼（転炉）スラグで、三つの産地から納入された。表-1、表-2に材料試験結果を示す。なお、粒度については仕上がり精度を考慮し細粒分が多い仕様とした。

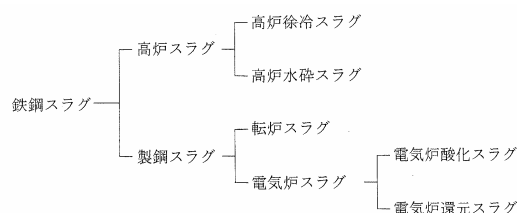


図-1 鉄鋼スラグの種類

表-1 CS材（CS-30）の物性試験結果

産地\品質特性	単位容積質量 kg/リットル	最大乾燥密度 g/cm ³	最適含水比 %	修正 CBR %	含水比 %	水浸膨張比 %
産地 A	2.053	2.435	7.5	113	4.1	0.6
産地 B	2.182	2.628	7.4	151	4.8	0.3
産地 C	1.982	2.432	8.9	92	6.0	0.3
JIS A 5015	-	-	-	30 以上	-	1.5 以下

表-2 CS材（CS-30）の粒度（通過質量百分率：%）

産地\フルイ目	37.5mm	31.5mm	26.5mm	19mm	13.2mm	4.75mm	2.36mm
産地 A	100	100	100	89	79	48	30
産地 B	100	100	99	90	78	48	34
産地 C	100	100	98	82	71	42	29
関空 2 期特別粒度	-	100	95～100	75～90	60～80	30～60	15～45
JIS A 5015	100	95～100	-	55～85	-	15～45	5～30

3. 路床整正盛土の試験施工および結果

CS材を上部路床の整正用盛土に使用するためには、適正な締固め回数 路床面上の強度 を確認することが不可欠であることから、本施工に先立ち2005年10月、表-3に示す試験施工を2期空港島内で実施した。

表-3 試験施工の概要

目的	評価のための手法	条件設定・頻度	備考
締固め回数の決定	3産地毎にCS材を現地盤面上に敷きならし、マカダムローラおよびタイヤローラで締め固め、現場密度で評価	CS材の厚さは15cm（一定） マカダムローラ5回（固定） タイヤローラ5, 9, 13, 17回	各条件毎に5測点を設定
路床面上の強度確認	CS材を厚さ5, 10, 20cmの3水準に敷きならして締め固め、整形・仕上げ繰返し平板載荷試験で評価	現場密度試験 5測点 繰返し平板載荷試験 3測点 第一段荷重 17.7KN, 第二段荷重 70.7KN, 第三段荷重 123.7KN	締固め回数は試験施工結果を用いて実施

キーワード 関西国際空港 2 期工事，滑走路，クラッシャーラン鉄鋼スラグ，繰返し平板載荷試験，弾性係数
 連絡先 〒549-8501 大阪府泉佐野市空港北1番地 関西国際空港㈱二期施設整備部 TEL 0724-55-2160

図-2に締固め回数の決定試験結果を示す。図-2からマカダムローラ（12t）を5回、タイヤローラ（15t）を9回通過させれば、特記仕様書に規定される95%以上の締固め度が得られることがわかった。CS材の含水比は最適含水比付近となるように現場で散水・管理した。

なお、現地盤面上に施工した強度確認試験用ヤードにおける現場密度試験結果では、この締固め作業標準による成果として、全測点で97%以上の締固め度が得られた。

図-3～図-6に繰返し平板載荷試験結果を示す。荷重70.7kN、盛土厚さが10～20cmの場合、データの出現域にバラツキはあるが、路床整正盛土面の弾性係数は、現地盤面の平均値約100 MN/m²が約130 MN/m²に増大した。また、こうした改善効果を全ての荷重段階で確認した。

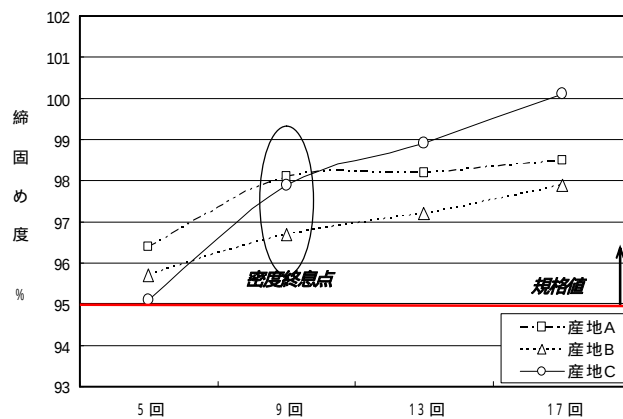


図-2 タイヤローラの締固め回数と締固め度

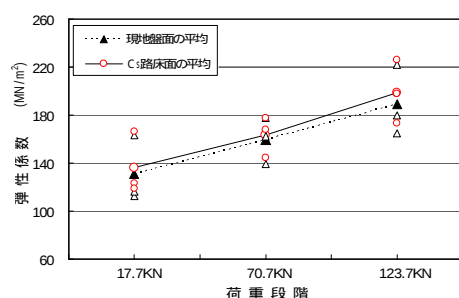


図-3 盛土厚5cmの弾性係数

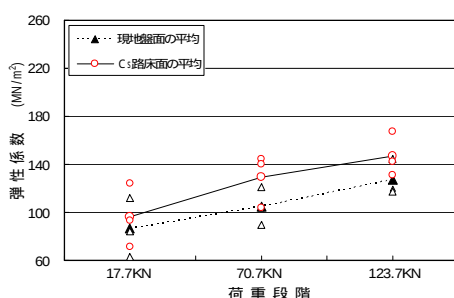


図-4 盛土厚10cmの弾性係数

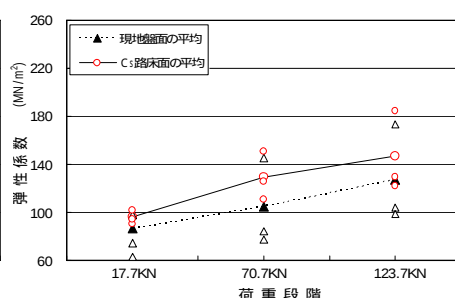


図-5 盛土厚20cmの弾性係数

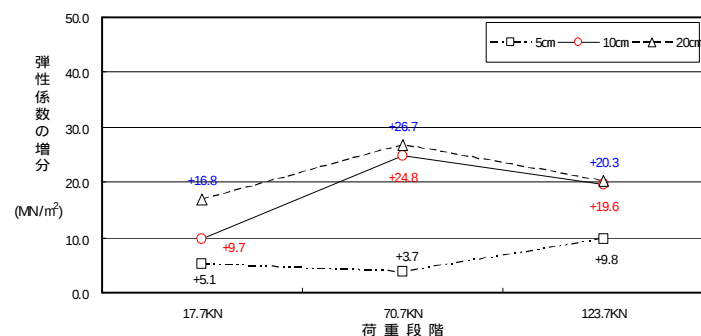


図-6 盛土前後・荷重段階毎の弾性係数の推移

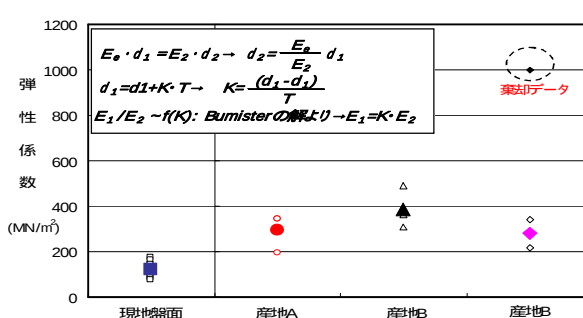


図-7 CS材の弾性係数（推定）

図-7に繰返し平板載荷試験結果を用いてCS材（単体）の弾性係数を推定し、現地盤の路床材と比較した結果を示す。図-7からCS材（単体）の弾性係数は約250～400 MN/m²で、産地Bがやや大きい傾向が伺えるが、産地間の差異は小さく現地盤の路床材よりも大きな弾性係数を有すると考えられた。

4. まとめ

上部路床の整正盛土（厚さ20cm以下）にCS材を用いた場合、マカダムローラ5回、タイヤローラ9回の締固め作業標準が有効なことを確認した。また、繰返し平板載荷試験から算定した整正盛土面の弾性係数は、厚さ5cmでは改良効果は僅少であるが、厚さが10cmおよび20cmでは現地盤面の値に対して10～25%程度増加し、CS材が強度改良に寄与することがわかった。CS材を用いた整正盛土面の弾性係数は130 MN/m²程度が期待できると推察され、マサ土安定処理を使用した1期工事の路床面に比べ経済的かつ同等以上²⁾の支持力が得られた。また、鉄鋼1トンの生産に約0.1トン生成されるCS材の活用で、省資源・環境対策にも有益と考える。

参考文献

- 1) 鉄鋼スラグ統計年報(平成16年度実績) 鉄鋼スラグ協会 平成17年8月 pp.1-2
- 2) 関西国際空港株式会社、関西空港の基本施設における舗装構造の検討報告書、平成3年12月、pp64