

九州工業大学 正会員 出光 隆

九州大学 正会員 M.R.カルマチャリヤ

九州工業大学 学生員 中平 孝作

1. まえがき

筆者らは、製鉄所より副産物として出るスラグを路盤材として利用するために、スラグ路盤材、特に水さいをバインダーに用いた「水さい混合路盤材」に関して、数年来基礎的実験を行なってきた、その実用性を確めた。一方、転炉スラグはCaO含有量が多く、ふけの現象を起こして膨張するため、現在各製鉄所ともその処理に窮している。予備実験により、この転炉スラグと水さいを混合することによって、転炉スラグの膨張を水さいが吸収し、しかも転炉スラグの遊離石灰分によって水さいの潜在水硬性は発揮されるということがわかっていく。本実験では、転炉スラグの実用性を確かめるため、転炉スラグと水さいの割合を変化させた3種類の配合で模型路盤を作製し、載荷試験を行なった。また転炉スラグを製造後適当な期間放置(Aging)してふけさせて使用することを考え、実際に円柱供試体を作製しAging期間と強度の関係を調べてみた。

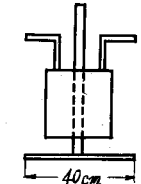


図-1 路盤用ランマー

2. 使用材料および配合

水さい：溶融高炉スラグを急冷したもので、非結晶質であり、潜在水硬性を有する。

転炉スラグ：溶融転炉スラグを徐冷し、粉砕したもの。最大寸法15mm、遊離石灰分約5%

碎石：粒径5~25mm、比重2.73

路床：砂質土、含水比22%、乾燥密度 1.58 g/cm^3

下層路盤：碎石：砂=7:3の配合で含水比7.8%、乾燥密度 2.03 g/cm^3

本実験に使用した3種類の配合を表-1に示す。

表-1 上層路盤の配合

A	転炉スラグ:水さい:碎石=30:30:40
B	転炉スラグ:水さい=60:40
C	転炉スラグのみ

3. 転炉スラグ混合材の模型路盤による載荷試験

(1) コンクリート槽(ピット)および各種路盤の寸法

ピットは152cm四方の大きさで、自然土を締め固めて路床とし、まわりをコンクリートで固めたものである。3種類の模型路盤の断面を図-2に示す。

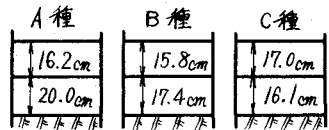


図-2 模型路盤の断面図

(2) 実験方法

i) 路盤の締め固め：図-1に示すようなランマーを作製して突固めた。突固め条件を表-2に示す。

表-2 突固め条件

	路盤	円柱供試体
ランマーの重量	35 kg	4.5 kg
ランマーの直径	25 cm	5 cm
落下高さ	40 cm	45 cm
突固め層数	3 層	2 層
各層当りの突固め回数	300 回	42 回
モールド	—	$10^6 \times 12.7\text{ cm}$

ii) 軸圧縮試験用円柱供試体の作製：JIS規格案に準じ、上層路盤の密度に近くなるような突固め条件で作製した。突固め条件を表-2に示す。

iii) 最適含水比と乾燥密度の関係を表-3に示す。

iv) 養生条件：路盤は表面に約5cmの湿砂を敷き上層路盤の含水比の変動を小さくするようにした。円柱供試体は気温 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ の室内に放置し、週1回約30分水浸した。

表-3 最適含水比と乾燥密度の関係

配合	最適含水比 (%)	乾燥密度(g/cm^3)	
		路盤	円柱供試体
A	12	2.01	2.14
B	16	1.81	1.98
C	7	2.36	2.43

v) 載荷試験：最初路床および下層路盤上でそれぞれ平板載荷試験(直径30cm)およびCBR試験を行なった。上層路盤は材令4日、28日、56日で同様に試験を行ない、材令57日で繰返し平板載荷試験を行なった。

(3) 実験結果

表-8 転炉スラグのAging期間を変化させた時の一軸圧縮強度と変形係数(1/100mm)

種類	3		7		14		28		56		91	
	圧縮強度	変形係数	圧縮強度	変形係数	圧縮強度	変形係数	圧縮強度	変形係数	圧縮強度	変形係数	圧縮強度	変形係数
製造直後	10.2	1020	16.8	1640	20.3	1600	37.5	3310	44.8	3400	56.0	4670
一週間後	10.2	850	19.4	1640	28.1	2700	41.7	4350	45.3	4500	59.4	10700
一ヶ月屋外	12.7	1300	17.6	1820	23.8	2380	37.2	4020	45.7	5220	50.2	6090
一ヶ月屋内	—	—	—	—	25.0	2680	30.1	3170	41.4	4950	45.1	5080
二ヶ月屋外	6.5	510	11.4	1090	13.7	980	18.7	1710 (14.3-270)	30.0	2710	24.9	2460
二ヶ月屋内	9.6	1110	12.5	970	13.6	1250	23.8	2270 (21.4-370)	35.7	4140	37.5	4160
四ヶ月屋外	10.8	1060	9.8	990	13.1	1090	12.3	980	18.7	1420		
四ヶ月屋内	10.8	1070	10.5	890	10.9	980	16.3	1510	27.9	2830		

路床と下層路盤上のK値, CBRを表-4に示す。上層路盤上でのK値, CBRをそれぞれ表-5, 表-6に示す。また同時に行なった一軸圧縮試験結果を表-7に示す。

4. 転炉スラグのふけが一軸圧縮強度および膨張に及ぼす影響に関する実験

(1) 実験方法

まず最初に製造直後の転炉スラグを屋内と屋外に分けて保存した。そして、製造直後、一週間後、一ヶ月後、二ヶ月後、四ヶ月後に転炉スラグを取り出して円柱状試体を作製した。ただし製造直後、一週間後のものは屋内のもののみを用いて作製した。配合は表-1のA種と同じものとし、突固めは表-2に示す円柱状試体の条件で、突固め層数のみを3層に変えて行なった。

(2) 実験結果

材令による一軸圧縮強度と変形係数の変化を表-8に示す。製造直後の転炉スラグを使用した円柱状試体のみに、膨張による亀裂が発生したので、その材令と亀裂発生率の関係を表-9に示す。

5. まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。

(1) 模型路盤試験においては、A種が非常に大きい強度の伸びを示している。それに対してB種はゆるやかであり、C種は材令14日での値は高いがそれ以後減少している。これは転炉スラグの水さに対する割合に関係し、B種、C種の転炉スラグの割合が大きいため、転炉スラグの膨張による内部亀裂の影響をうけているように考えられる。また、円柱状試体においても同様に、A種は強度が材令とともに順調に伸びているが、B種、C種は膨張による亀裂が材令一ヶ月以降大部分の供試体にみられた。

(2) 転炉スラグのAging期間を変化させた時、一軸圧縮強度から見れば、転炉スラグは製造後一週間前後から二ヶ月の間に使用することが望ましい。製造直後のものは膨張による亀裂の発生する恐れがあり、二ヶ月以上のものはふけすぎてアルカリ刺激剤としての効果が低下し一軸圧縮強度が劣るためである。なお転炉スラグを屋内と屋外に分けてAgingしたが、両者の差はあまりないようである。

終りに、本実験に際して御協力戴いた小倉鉦化工業KKの時枝博氏に感謝いたします。

参考文献

1. 日本鉦澤協会；日本工業規格道路用高炉スラグ(案)，昭和46年度
2. 出光，岡林，篠渡；道路用スラグに関する実験的研究，九工大研究報告(工学)，第27号，昭和48年
3. 出光，篠渡，時枝；水さいをバインダーにした各種路盤材について，西部支部講演概要集，昭和48年度
4. 中平，森，時枝；転炉スラグの路盤材への利用に関する基礎実験，西部支部講演概要集，昭和50年度
5. 出光，中平，森；模型スラグ路盤の載荷試験，土木学会第31回年次学術講演会講演概要集

表-4 路床と下層路盤上のK値, CBR

	K値	CBR
路床上	7.5	8.2
下層路盤上	13.5	17.0

表-5 上層路盤上でのK値(Kg/cm²)

配合	14	28	56
A	17.8	36.5	62.0
B	9.9	15.7	20.9
C	15.4	9.3	9.0

表-6 上層路盤上でのCBR

配合	14	28	56
A	44.4	70.7	125
B	20.1	29.0	52.7
C	25.4	30.9	31.5

表-7 一軸圧縮試験結果(1/100mm)

配合	14	28	56
A	19.2	28.1	38.0
B	9.1	15.5	22.8
C	9.5	10.2	11.4

表-9 転炉スラグ円柱状試体の亀裂発生率(%)

種類	30	40	50
製造直後	10	50	100