



赤泥セメントによる ソイルセメント路盤

岩 津 潤
三 瀬 貞
鈴 木 健 夫

要 旨 ボーキサイドの精練で生じる赤泥の処理には世界各国で頭を悩ましている。昔からいろいろと赤泥中の鉄アルミナなどの有効成分の抽出が行なわれたが、いずれも経済的に成り立たなかったようである。現在では赤泥の処理にほとんど困り、海の中の築堤内に捨てている状況である。これは臨海地帯で造成された砂質土と異なり、長年月を経ても軟弱であるので、その処理に困難をきたす場合が多い。

一方、焼成赤泥を主としたセメントは膨張が大きく、普通セメントの代用品としては適当でない。これに対しソイルセメントは舗装の下に用いるため、色、膨張性など比較的融通がきく。この主旨にもとづき、赤泥セメントのソイルセメントとしての適応性を数年来研究した結果を報告する。

1. 概 要

ソイルセメントは近年、施工方法、施工機械の進歩とともに、各地で道路路盤、その他の構造物にさかんに用いられるようになってきた。さらにソイルセメントが普及するには、技術的には機械の能率向上、および配置の適正化、材料的にはセメント混合量の最適化への引き下げおよびセメント価格の低廉化、などがはからねばならない。

一方、いわゆる赤泥とはボーキサイドからバイヤー法によってアルミナを抽出した残りであり、赤泥の量は使用したボーキサイドの産地によって異なるが、大体ボーキサイドの3~4割といわれており、アルミナ工場で赤泥の捨て場所に苦慮している状態である。

セメントの早期硬化の主体をなす $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ が赤泥中には $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ として約37%ふくまれていることがX線回折により判明したので、これを適当な温度で焼成すれば $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ になり、水和すれば硬化することが考えられる¹⁾。赤泥を利用するセメントを製作するにあたって、参考例として現在市販されている

カット写真：ソイルセメント施工直後の試験風景

高硫酸塩スラグセメントと膨張セメントがある。前者の組成は高炉水きいスラグが主となり、これに無水石膏、ポルトランドセメント、石灰を配合するものであり、後者の Poliet et chausson 社の製品は $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ と無水石膏、および安定材として高炉水きいスラグ、ポルトランドセメントより成っている。これらのセメントはセメントパチルスと呼ばれる $\text{Calcium sulfoaluminate } 3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 31\text{H}_2\text{O}$ の生成反応を利用している。この化合物は多量の結合水をもち、密度が低いのでこれが生成される際に膨張をおこす²⁾。

小林氏は赤泥セメントも同様に $\text{Calcium sulfoaluminate}$ の反応を利用することとし、試料の調整にあたって、 $\text{CaSO}_4/3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ のモル比を2.5, 3.0, 3.5とし、各モル比の水きい量と消石灰量を変えて、統計的に強度の発現性を試験し、その他に赤泥の焼成温度、凝結時間、workability などについても研究を行ない、総合的に消石灰5%、 $\text{CaSO}_4/3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ モル比2.8程度、水きい20~25%の配合割合がもっとも適当と認めた。この配合のセメントによってコンクリートの試験をしたところ、高硫酸塩スラグセメントと同様に空中の CO_2 による硬化体表面のぜい弱化現象が認められたが、この現象は普通セメントを20~30%加えることにより改善される¹⁾。

ソイルセメントの特性上、赤泥セメントの欠点である膨張と中性化は緩和される。すなわち、ソイルセメントは土セメント混合物中に比較的空げきが多く、また舗装下であるので CO_2 との接触も少なくなるからである。

著者らはソイルセメント用赤泥セメントとして適当と考えられる配合割合を赤泥-石膏-高炉水きい-ホル

表-1 赤泥セメント配合割合 (重量%)

配合成分	赤 泥	石 膏	高炉水 きい	普 通 セメント	消石灰
赤泥セメント					
A	53.27	2.29	19.44	25.0	—
B	66.6	—	23.4	—	10.00

表-2 セメント物理試験成績

項目 記号	比重	粉末度		凝結			安定度	フロー mm	曲げ強さ (kg/cm ²)			圧縮強さ (kg/cm ²)		
		ブレン cm ² /g	0.088 ふるい	水量 %	始発 (hr)	終結 (hr)			3日	7日	28日	3日	7日	28日
赤泥セメントA	2.99	—	—	32.0	1-37	3-17	良	204	52.3	62.9	71.1	251	309	383
赤泥セメントB	2.86	—	—	39.0	1-02	2-03	膨張性 きれつ	185	50.2	55.3	57.7	223	266	343
普通セメント	3.15	3140	1.9	26.2	2-00	3-52	良	228	31.5	47.6	72.7	118	222	413
高炉セメントA	3.03	3560	0.8	29.1	3-10	4-55	良	241.9	26.7	38.0	64.4	79	170	377
高炉セメントC	2.99	3830	0.6	29.2	4-15	6-20	良	242	23.5	36.6	63.4	79	160	363

トランドセメント—消石灰系より7種選択し、ソイルセメント供試体を作り、試験を行なった³⁾。その結果、試験成績および経済性を考慮して赤泥セメントのA、Bの二種類の配合割合、表-1を選択した。この二種の赤泥セメントを他の市販セメントと室内、および現場において比較試験を行なった。

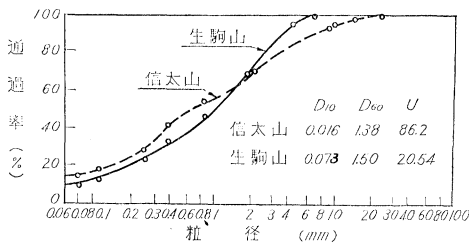
2. 室内試験

赤泥セメントA、Bと普通セメント、高炉セメントA、C種との比較試験を室内において突固め試験、耐久性試験、およびCBR試験について実施した。

(1) 試料

セメントの物理試験成績は表-2、使用した土の粒度分布は図-1のとおりであった。

図-1 大阪府泉南郡の信太山および奈良県生駒郡の生駒山より採取した土試料の粒度分布曲線



(2) 試験方法

a) 突固め圧縮試験 JIS A 1210 土の突固め試験方法に準じて、25 mm 以下の土に各種の量のセメントを加えたものについて突固め試験を行なう。最適含水比にて突固めた供試体をポリエチレンの袋に密封して6日、27日間、20±2°Cの養生箱で養生し、最後の1日水浸した後圧縮試験を毎分1%ひずみの荷重速度で行なうこととする。

b) 耐久性試験 最適含水比で圧縮強度試験と同様な方法で供試体を作り1週間養生したのち、下記のようなASTM-D559-44に準じた湿潤乾燥、試験およびD560-44に準じた凍結融解試験を行なう。

① 湿潤乾燥試験：室温の流水中に5時間浸漬し、つぎに42時間乾燥炉の中に入れる。水中浸漬と乾燥を1サイクルとし、くり返して12サイクル行なう。1サイクルごとに容積変化率またはワイヤブラシによる磨

耗量測定を行なう。最後に供試体の110°C 乾燥重量を測定する。

② 緩速凍結融解試験：約0.6 mm厚さの、水で飽和したフェルトまたはろ紙を供試体と容器の間におく。これを22時間-23°Cの冷凍箱の中に入れ、つぎに融解させるために相対湿度90%以上の20°C恒温室に23時間入れる。凍結融解を12サイクル行なう。この間の容積変化率と磨耗損失量を測定する。

③ 急速凍結融解試験：コンクリートの凍結融解試験に準じて、凍結時-18±4°C、融解時+4.5±1.5°Cの凍結融解を1日に6サイクル行ない、6サイクルごとに縦振動の周波数と重量を測定する。相対弾性係数が最初の60%に達するまで試験を継続する。

c) CBR試験

ソイルセメントの材料特性を知るためにJIS A 1211に準じて、最適含水比の供試体を作り、3日間20±1°Cで養生し、その後4日間室温で水浸したのち貫入試験を行なう。

(3) 試験結果

信太山の土に対する各種セメントの混合量と圧縮強度の関係は図-2であり生駒山の土に対しては図-3である。赤泥セメ

図-2 セメント混合量と圧縮強度の関係

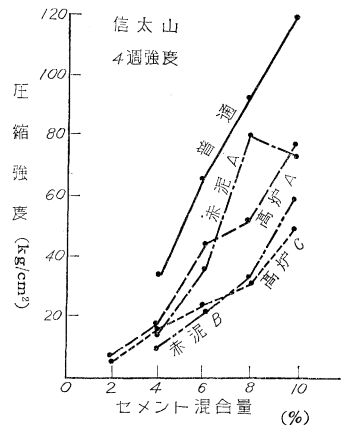
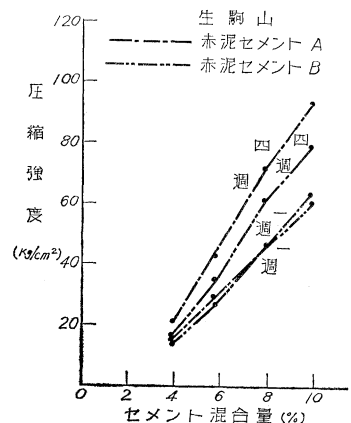
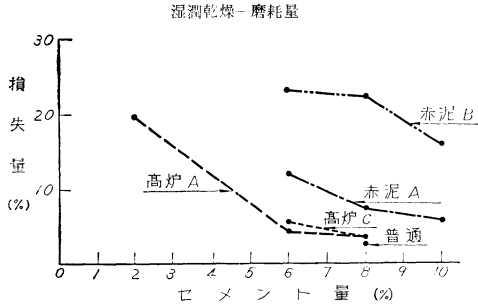


図-3 セメント混合量と圧縮強度の関係

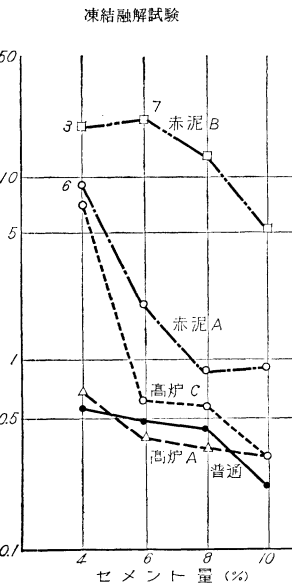


ントAは高炉Aに匹敵するほどの成績を示し、赤泥セメントBは高炉Cと同じくらいの強度を示している。粒度組成のあまり変わらぬ信太山と生駒山の土のソイルセメント強度を比較すると赤泥セメントAでは生駒山のほうがややよく、赤泥セメントBでは生駒山が非常によい成績をあげ、信太山の土に対する高炉Aほどの強度である。生駒山のまきのような土に対しては十分に赤泥セメントBでも役にたつことを示している。

図-4 湿潤乾燥試験 12 サイクル後のセメント量と磨耗損失量の関係



耐久性試験のうち、湿潤乾燥試験の容積変化率では、赤泥セメントは普通セメントの4~5倍と大きいが、許容値2%は満足しているようである。磨耗量測定は図-4であり、この土は改訂PR法でA-1-bであるから、最大許容損失量は図-5凍結融解試験12サイクル後のセメント量と磨耗損失量の関係()のみ途中破壊サイクル



凍結融解の磨耗試験は図-5のとおりであり、赤泥セメントはセメント量を多くすれば許容損失14%以下になることがわかる。赤泥Aはセメント量を多くすれば、高炉、普通セメントと同程度の耐久性まで改善される。

CBR試験は表-3のように、データの変動が大きいので10、25および55回突固めの平均で比較した。ほかのセメントに比し、赤泥Aは普通セメントにつぐ値を示したので、路盤材料としてよいようである。

表-3 CBR試験

セメントの種類	セメント量 (%)	突固め数 (回)	含水比 (%)	最大乾燥密度	吸水後		支持力比	平均
					乾燥密度	含水比 (%)		
土	0	55	10.5	2.02			61	46.3
		25	10.5	1.98			59	
		10	10.5	1.82			19	
赤泥セメントA	8	55	11.4	1.99	1.99	12.3	557	502
		25	11.6	1.92	1.92	13.6	550	
		10	11.1	1.77	1.77	16.4	400	
赤泥セメントB	2	55	12.3	1.96	1.96	11.7	34.3	44.8
		25	12.7	1.95	1.95	11.7	43.8	
		10	12.6	1.89	1.89	13.2	56.2	
"	8	55	13.3	1.90	1.90	14.3	290.5	260
		25	13.1	1.90	1.90	13.2	251.8	
		10	13.8	1.86	1.86	15.7	237.2	
普通セメント	2	55	11.6	1.97	1.97	11.6	242	277
		25	12.8	1.93	1.93	13.5	240	
		10	11.9	1.90	1.90	12.5	356	
"	4	55	12.5	1.97	1.97	12.5	320	356
		25	12.2	1.91	1.91	13.5	421	
		10	13.5	1.80	1.80	15.0	322	
"	8	55	12.1	1.98	1.98		584	599
		25	11.8	1.96	1.96		635	
		10	11.9	1.83	1.83		577	
高炉セメントA	2	55	11.0	2.00	2.00	11.0	179	191
		25	10.9	1.98	1.98	11.1	295	
		10	11.1	1.82	1.82	13.7	100	
"	8	55	12.5	1.96	1.96	12.7	393	410.5
		25	12.2	1.91	1.91	14.3	386	
		10	13.5	1.81	1.81	17.2	452.5	
高炉セメントC	2	55	11.4	1.99	1.99	11.5	125	128
		25	11.1	1.95	1.95	11.3	188	
		10	11.4	1.80	1.80	14.6	71	
"	8	55	12.1	1.96	1.96		370	385
		25	12.0	1.95	1.95		393	
		10	12.1	1.94	1.94		393	

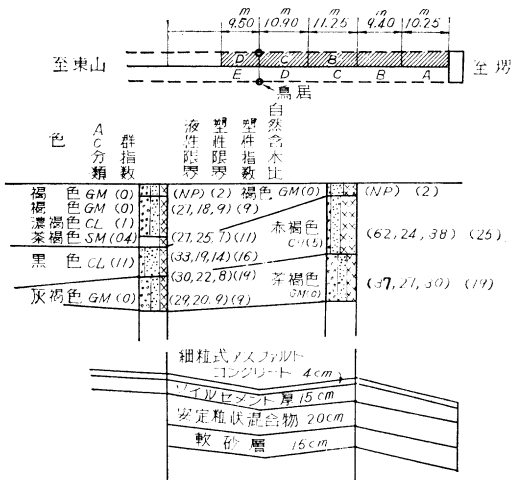
(4) 結論

室内試験の結果として、赤泥セメントはソイルセメントとして、他のセメントと同じくらいの最適含水比であるから扱いやすい。また一番重要な圧縮強度について、赤泥Aは高炉A、赤泥Bは高炉Cと同じ成績を示す。ただ耐久性試験がすこし弱いから、特に耐久性のような性能を要求される場所には赤泥セメントの種類、配合量を考慮せねばならない。

3. 現場施工 I (大阪府百舌鳥の部)

室内試験により、赤泥セメントは十分にソイルセメントとして使用できることがわかったので、つぎに現場の施工において、赤泥セメントの取り扱い、施工方法および効果の度合を調査するために試験舗装を行なった⁹⁾。大阪府土木部道路課、堺舗装工管所および松本歴青KKのご協力を得て、府道、畑山宿院線の百舌鳥八幡付近の舗装工事の一部に試験区間を設けた。図-6のような土

図 6 大阪府百舌鳥施工現場概要



質およびそれにもとづく舗装方法の片側車線幅 3×51 m に施工した。

(1) 予備試験

室内での予備試験では土試料は図-7の粒径分布の山土(生駒山まき), 砂(紀川), 砂利(紀川)を1:2:2の割合で混合して使用した。現場の所要強度 20 kg/cm^2 近くを与えるセメント量にて, JIS の突固め試験方法により供試体を表-4のように作り, 水浸強度を測定した。

図-7 ソイル セメント用土試料の粒径分布曲線

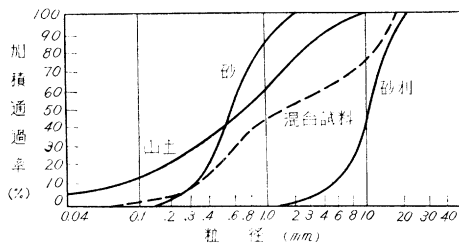


表-4 ソイル セメント供試体圧縮強度試験表

配 合	含水比	乾燥密度	圧縮強度 (kg/cm ²)	
			一 週	四 週
普通セメント 6%	6.7	2.03	37.0	59.1
赤 泥 A 6%	7.0	2.00	32.9	47.8
赤 泥 A 8%	7.4	2.03	56.3	91.8
赤 泥 B 8%	7.7	2.02	6.9	34.1
赤 泥 B 9%	7.1	2.07	37.5	54.0
赤 泥 B 10%	7.3	2.05	35.5	61.5

その結果, 赤泥B 8%の1週強度は低かったが, 4週 の値, 9%混合の値, および他の土で求めた値も参考にして採用することにした。そのほかに赤泥A 6, 8%, 赤泥 B 10% および標準の普通セメント 6% の配合を採用した。

(2) 施 工

a) 路床土 試験区間内の路床土の支持力を土研式貫

入試験機(荷重 5 kg)と平板載荷試験により表-5のよ うに測定した。

表 5 路床土の試験成績

区 画	A	B	C	D	E
貫入試験 2 cm (回)	7.0	8.8	8.8	10.5	10.7
貫入試験 5 cm (回)	33.8	40.3	44.8	42	44
平板載荷試験 (kg/cm ²) (K-75)	7.0	8.4	9.5	9.6	7.9

b) 施工方法 5区間のセメント配合割合は表-6の ようにした。混練り直前における砂利, 砂, 山土の含水比は, 砂利は1%, 砂は6.6%, 山土は10.6%であった。土, セメント, 水(最適含水比7%)を配合どおりに計量してスミス式自動傾胴型 15 HP 16 切練りのミキサの中に投入し混練りを行なったのち, 施工場所へゲン プカーで運搬した。区間内におろしたソイル セメント 合材をよくかきならし, 8t マカダム ローラで転圧し締 固めた。表-6 は現場運搬時のソイル セメント合材の 含水比であり, E区間の含水比がすこし多すぎた。

表-6 ソイル セメント合材の含水比および混合量

	A	B	C	D	E
セメントの種類	赤泥A	赤泥B	赤泥A	普 通	赤泥B
混 合 量 (%)	8	8	6	6	10
平均含水比 (%)	6.5	8.1	7.7	7.6	10.4

(3) 施工試験および考察

ソイル セメントを締固めた直後の現場密度測定, 平 板載荷試験および圧縮試験用供試体採取を行なった。密 度は砂置換法で行なったのですこし値が大きめにできると 思われるが, それでも表-7 のように乾燥密度が 2.14 以上になったので, 締固めは十分できたようである。

表-7 ソイル セメント施工直後の試験

	A	B	C	D	E
平均含水比 (%)	4.7	6.5	6.2	6.7	7.8
平均乾燥密度 (kg/cm ³)	2.14	2.17	2.29	2.17	2.26
平板載荷試験 (kg/cm ²)	28.0	25.8	30.9	17.5	20.4

供試体採取は上中下の3層よりソイル セメント合材 の試料を採取し, 各区間より9個ずつを突固めて供試体 を成形し, 6日養生後1日水浸して圧縮強度を表-8の ように測定した。各区間とも層による変動が少ないところ から, セメントと土は均質に混合されたとみられる。供試体の圧縮強度と静弾性係数の関係は図-8のよう にセメントの種類, 混合量によらず比例関係をしている。

締固め後, むしろをかぶせて時々散水し, 1週間後,

表-8 ソイル セメント供試体層別強度一覧表

		A地区	B地区	C地区	D地区	E地区
		赤泥Aセメント 8%	赤泥Bセメント 8%	赤泥Aセメント 6%	普通セメント 6%	赤泥Bセメント 10%
圧 縮 強 度 (kg/cm ²)	上	34.8	16.5	35.5	29.7	16.3
	中	33.7	16.0	33.0	30.5	18.0
	下	34.0	21.3	36.5	26.3	13.7
	平均	34.2	17.6	35.2	28.8	15.9

図-8 現場試料採取の供試体の圧縮強度と静弾性係数の関係

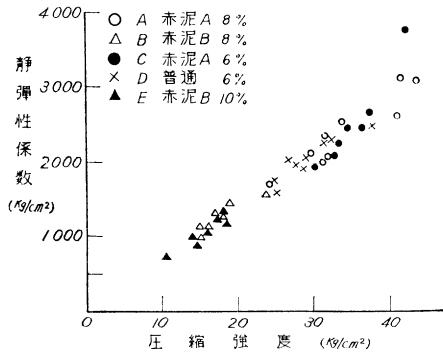


表-9 ソイルセメント施工一週間後の試験成績

	A	B	C	D	E
貫入試験 2cm(回)	28	16	28.5	17	20
平板載荷試験	45.5	47.3	51.4	50.9	50.9
コアボーリングによるソイルセメントの密度	2.23	2.20	2.26	2.24	2.16

動的貫入試験、平板載荷試験およびコアボーリングを行なった。その結果、表-9のように支持力は非常に増大し、コアボーリングにより一様に固結していることが判明した。

4. 現場施工 II (京都市勝山通りの部)

京都市土木局道路建設課に依頼し、京都市勝山通りに路盤工として砕石水締とともにソイルセメントを行ない、その上の舗装を密粒度アスコンとカチオゾール乳剤で浸透の両方法で処理をした⁹⁾。

(1) 予備試験

試料の土は図-9の2種の同じような粒度分布であった。赤泥A 8、10%混合の突固めの供試体を最適含水比10%で作り、6日間 20±1°C 養生後、1日水浸して圧縮試験を行なった結果は表-10であった。そこで赤泥

図-9 ソイルセメント用土試料の粒度分布曲線

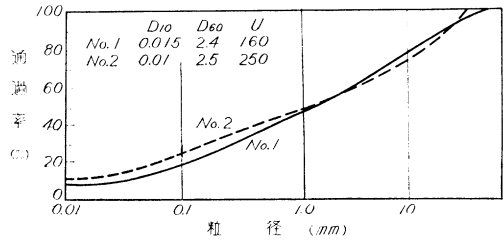


表-10 ソイルセメント供試体圧縮強度試験表

配合	試料土	平均含水比 (%)	平均乾燥密度 (kg/cm³)	平均一週圧縮強度 (kg/cm²)
赤泥A 8%	No 1	10.2	2.05	21.5
	10%	9.8	2.06	34.5
" 8%	No 2	9.9	2.05	24.0
	10%	10.1	2.04	32.0

ソイルセメントの仕様をセメント量10%、最大乾燥密度 2.05 g/cm³ および最適含水比 10% とした。

(2) 施工および試験結果

施工は中央混合式で8切練りバゲミルミキサを使用し、混合時間は全材料投入後 1~1.5 分間とした。含水比は最適含水比にできるだけ近づけるため、毎日一定時間に混合前の含水比を測定した。また混合後、最適含水比に対する変動割合を知るために、現場で施工したソイルセメント混合物についても 50m 間隔で含水比を測定した。表-11のように現場含水比を最適含水比±2%の範囲に入るように努力したが、一部では含水比が多くなった。

現場密度は砂置換法によって測定した。締固めは2種類のローラを併用することにし、初転圧はバイブレーションローラ、またはソイルコンパクター、仕上げ転圧にはマカダムローラを使用した。路床およびソイルセメント施工後の支持力の変化は平板載荷試験で測定したが、K値は施工後順調に増加し、赤泥ソイルセメントの路盤は他の工法の路盤と比較し色色ないようである。

表-11 京都市勝山通り工事施工成績表

No.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
路盤	赤泥セメントA			高知セメントC				赤泥セメントA									
舗装	密粒アスコン				乳剤マカダム												
平板載荷試験 (K-75) (kg/cm²)	路床	21.8		20.6		20.6		22.2		36.4		23.6		16.7		16.7	
	1日目	16.7		17.1		14.6		17.8		29.1		16.7		9.8		10.2	
	3日目	32		26.9		32.8		30.2		29.1		28.8		24		26.2	
	7日目以後	7日目	33		32.7		35		29.6		33.4		33.2		30.9		24.6
		舗装前	28		29.1		42		26.5		30.2		25.4		43.7		28
	舗装後	20.6		28.3		58.2		20.6		21.8		20.7		14.2		14.1	
密度 (g/cm³)	2172 2189 2197 2195 2210 2199 2114 2187 1986 1976 1938																
含水比 (%)	混合前	朝	12.97		9.5		10.9		8.6		12.6		12.4		9.09		12
		昼	10.9		10.5		10.2		9.2		10.9		12.5		10.3		11.5
		夜	10.8		11.3		9.3		9.4		10.1		13.6		11.3		13.6
	現場	朝	8.95		11		10.9		12.3		14.9		14.5		13.6		14.8
		昼	7.97		10		9.5		10.3		11		14.2		14.3		15.6
		夜	8.63		10.6		11.2		11.2		12		13.8		14.6		14.8

路床の軟弱な部分や不良箇所は赤泥セメント、高炉セメントにかかわらず、沈下現象および表面きれつ現象が生じているが、平板載荷試験の結果より、高炉セメント使用の場合と赤泥セメント使用の場合と比較して、各材料における K 値に大きな相違はなく、混合、舗装ならびに転圧に変わりはない。

(3) I, II の結論

赤泥Bはやや劣るが、赤泥Aは普通、および高炉セメントに劣らぬ効果をあげることができた。赤泥セメントは施工法、施工後の状態も普通、および高炉Cセメントと同じで取り扱いはやすく、ただ欠点は赤褐色に着色していることであるが、これは表層でないから差し支えないと考えられる。また施工後1年経過した現在でも異常がないようであるから、耐久性の点も心配なく、さらに価格も3000円/tと安く、ソイルセメント路盤用として適応しているようである。

5. むすび

赤泥セメントのソイルセメントとしての適応性を種々試験した結果、室内試験では赤泥セメントの組成を適当に選べば、適応性を十分に具備していることが認められた。ただ耐久性が少し劣るようであるが、この点はCO₂との反応により Calcium sulfoaluminate の分解が急速な温度変化により加速されたと考えられる。現場では、地中に使用するので分解反応が減少し、差し支えなからうと考えたので現場施工を行なった。

現場で施工を行なって効果を試験した結果、赤泥セメントは普通セメント、高炉セメントに劣らぬ成績をあげることができ、施工後現在まで支障がないようであるから、耐久性の点も心配ないようである。

赤泥セメントはソイルセメントとして施工法、施工後の状態も普通セメントと同じで取り扱いはやすく、経済的に高炉セメントよりも安いようであるから、今後ソイルセメント用材料として重用されることを期待する。

終りにのぞみ、ご協力いただいた大阪府土木部の芳内俊夫氏、如 博昭氏、京都市土木局の稲垣斗司夫氏、小沢健男氏、日本軽金属KKの小林英雄氏に深く感謝する。

参考文献

- 1) 小林英雄：赤泥よりセメントの製造について、石こうと石灰, No. 51, pp.91~105, (1961)
- 2) 近藤連一：新種セメントの研究, 窯業協会誌, 70 [8], pp. 28~36, (1962)
- 3) 三瀬 貞・鈴木健夫：赤泥によるソイルセメントの基礎的研究, 土と基礎 特集号 No. 4, pp.9~13, (1961)
- 4) 三瀬 貞・鈴木健夫：赤泥ソイルセメントの現場施工について, 土質工学会会秋期講演会概要, pp.3~4, (1962)
- 5) 岩津 潤・三瀬 貞・鈴木健夫：Fieldworks of soil cement stabilization using Red mud Memoirs of the Faculty of engineering Osaka City Univ., pp.147~155, Vol. 4 (1962)
- 6) 湯浅隆議・浪江 司・塚本正春・稲垣斗司夫：赤泥セメントによる安定処理法について, 第6回 日本道路会議論文集, pp.283~284 (1961) (1963. 1. 13・受付)

岩津：正員 理博 大阪市立大学教授 工学部土木工学科
三瀬：正員 工博 大阪市立大学助教授 工学部土木工学科
鈴木：正員 大阪市立大学助手 工学部土木工学科

豆 知 識

特殊信号代用器

特殊信号代用器とは、踏切事故が多発している折りながら、事故防止のために考案された信号灯具の一種である。踏切警手のいる踏切道上で、自動車が故障、落輪などで停止し、列車運行上危険な状態となった場合、踏切警手は特殊信号（発雷信号、発炎信号）を発して列車防護にあたなければならない。しかし、地勢上時間的に余裕のない箇所、または列車回数が多く運転間隔の短い箇所、あるいは列車防護に時間的余裕のない場合などには、特殊信号の代りの灯具を用いて列車を非常停止させようとして考案されたものが特殊信号代用器で、国鉄においては昭和37年4月から使用され、すでに約80基が設置されている。特殊信号代用器は、図のように、反射鏡と前面ガラスを一体としたセミシールド式24V—35Wの赤色電球5灯を使用した灯具で、このうち2灯ずつが灯具に向かって左回りに循環点灯し事故の発生を現示する。この代用器の列車からの確認距離は800m以上を確保するのが原則であるが、状況によってはその区間の列車の最大非常制動距離に200mを加えた確認距離を

確保できればよいとしている。設置位置は原則として100mを限度に踏切道の手前に設けることとしている。

代用器の取り扱いは、踏切番舎にあるスイッチを入れると代用器が円形に循環点灯し、踏切番舎にある反応灯で動作を確認できる。踏切警手はこの現示をしたとき、列車防護を行なったものとみなされる。

私鉄においても、この形状と全く同様のものが使用されているほか、踏切動作反応灯に改造を加えたもの、信号災管を踏切番舎においても電気的に遠隔操作できるものなどが考案されている。なお、この代用器は本来踏切道の事故防止として考案されたものであるが、落石、出水など不測の停止を要する要注意箇所にも使用される傾向にある。【運輸省 妹尾隆之・記】

