

と思う。なお本工事の施工に当り、北大板倉教授をはじめ、土木試験所の各位の御指導を深く感謝する。

32. 路盤または基層としての土質 安定処理に関する実験

土木試験所 小 山 道 義
河 野 文 弘
高 橋 毅
久 保 宏

1. ま え が き

最近、道内各地で地方産出の切込砂利を用い、これを直接あるいは多少粒度改善を行なったのち、セメントやアスファルトで安定処理して舗装の基層とする工法が行なわれている。切込砂利など粒状材料の安定処理に対する合理的な設計基準を得るためと、凍上抑制層用材料として広く用いられている火山灰、砂などを安定処理しこれを路盤あるいは基層として利用することを主目的に本実験を採り上げた。この報文は、この1連の試験研究のうち、これまでに行なった室内実験について、その概要を述べたものである。

2. 実験に使用した材料

本実験では、処理される材料(以下処理材料と呼ぶ)として、細粒火山灰(白石産)、粗粒火山灰(千歳産)、砂および切込砂利(漁川産)を選んだが、その粒度は図32-1に示したとおりである。またこの図には破線と影線でH.R.Bの経済的に安定処理できる材料の粒度範囲を、セメントおよびアスファルトについてそれぞれ参考までに示した。なお40番フルイ通過分の物理的性質はすべてN.Pであった。

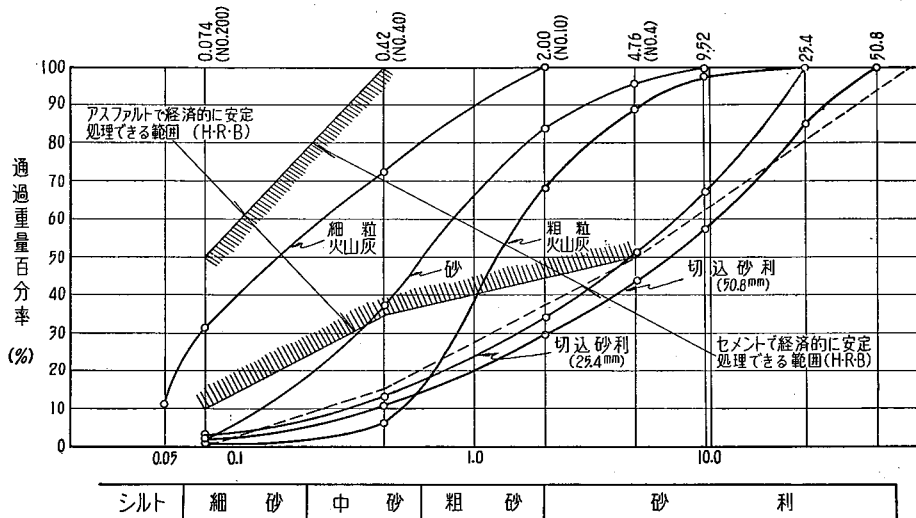


図32-1 処理材料の粒度

添加材として、セメント、カットバックアスファルト、およびアスファルト乳剤を使用した。アスファルトとアスファルト乳剤の性質については表 32-1 のとおりである。またカットバックアスファルトは白灯油でカットバックして MC-2 とした。セメントは高炉セメントである。

表 32-1 添加材の性質

アスファルト (カットバック用)

原油基	表示 針入度	比重 (25°C)	針入度 (25°C 100g 5sec)	伸 度 (5cm/min)		引火点 (°C)	蒸発減 (%)	蒸発減 後の 針入度	軟化点 環球法 (°C)	化 学 成 分			
				5°C	10°C					アスフ アルテン (%)	飽和 成分 (%)	芳香族 成 分 (%)	レジ ン分 (%)
ナフテ ン 基	100~120	1.02	120	以上 100	—	243	0.09	91	36.5	6.2	29.1	38.2	26.5

アスファルト乳剤 (ME-2)

比粘度 (25°C)	フルイ 残留物 (1190 μ)	貯 蔵 安定度 (5日)	分解 時間 (分)	骨材被 膜試験 (40°C5分)	低 温 安定度 (-5°C)	粗骨材 混 合 試 験	細骨材 混 合 試 験	セメント 混合試験 残 留 物 (%)	破壊度 (N/10 CaCl ₂)	蒸 発 残 留 物 (%)	残 留 物		
											針入度 (25°C)	伸度 (15°C)	四塩化 炭 素 可溶分
3%	0%	4%	65	合 格	—	—	—	—	—%	58	98	以上 100	—%

3. セメント安定処理の実験

(a) 供試体の作製

セメントによる安定処理実験では、添加するセメント量の割合を、処理混合物の乾燥重量に対する重量百分率に規準して、約2%きざみとした。空気乾燥状態の処理材料に所定のセメント量を添加して、十分混合したのち、最大粒径が25.4 mm以下の処理材料については、JIS A 1210に規定するモールド(10 ϕ ×12.7 cm)ランマ(重さ2.5 kg)を用いて、落下高さ30 cmとし、また最大粒径が50.8 mmの切込砂利については、コンクリート供試体用のモールド(15 ϕ ×30 cm) C.B.R 試験用ランマ(重さ4.5 kg)を用いて落下高45 cmとして、いずれの場合も3層25回で突固め試験を行なって、それぞれのセメント量に対する含水比—乾燥密度の関係を求めた。次に上記の形枠を用い、この試験で求められた最適含水比で、最大乾燥密度になるように供試体を作製し、21 \pm 2°Cの恒温恒湿槽に6日間入れ、引きつづいて最後の1日を同温度の恒温水中に移して計7日間養生した。圧縮試験前に供試体の両端面を硫黄でキャッピングを行なった。なお各材料に対する突固め試験結果は表 32-2のとおりである。これによれば各材料について、いずれもセメント添加量を増加させるにつれて最大乾燥密度は増大し、最適含水比は減少する傾向がみられる。

(b) 実 験

i) 単純圧縮試験

5種類の処理材料について、それぞれのセメント量—単純圧縮強度の関係を求め、その実験結果について検

表 32-2 セメント処理材料の突き固め試験

	細 粒 火 山 灰				粗 粒 火 山 灰			砂			切 込 砂 利 (25.4 mm)			
	0	2	6	10	4	7	10	2	6	10	0	4	6	8
セメント量 (%)	0	2	6	10	4	7	10	2	6	10	0	4	6	8
最適含水比 (%)	31	29	28	26	18	19	17	17	15	15	16	15	16	13
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.20	1.20	1.25	1.30	1.51	1.54	1.68	1.71	1.80	1.75	1.70	1.75	1.75	1.77

討を加えた。

ii) 凍結融解試験

前述の要領で作製した切込砂利(25.4 mm)の供試体について AASHO 規格; T 136-45 の方法に従い、凍結融解を 12 回繰り返した。この試験ではセメント量と損失重量との関係を求め、単純圧縮試験の結果と比較検討した。

4. アスファルト安定処理の実験

アスファルト安定処理の試験はマーシャル試験方法に従ったが、供試体の作製方法については実際の施工のことを考慮して、試験法を一部変更して試験を行なった。すなわち、供試体の作製は常温混合で行ない、さらに混合を円滑にするために少量の水を加えて締め固めた。その水の量は、それにアスファルト乳剤またはカットバックアスファルトを加えた含液比がセメント安定処理の際、求められた処理材料の最適含水比を越えない量とした。養生については、作製した供試体を 60°C の恒温乾燥器に一定重量になるまで入れて、水分や白灯油を蒸発させて行なった。

5. 実験結果とその考察

(a) セメント安定処理

i) 単純圧縮強度試験

処理混合物に対する単純圧縮強度試験の結果は 図 32-2 に示したとおりである。それぞれの処理材料について、同一セメント量の 4 個の供試体の平均試験値をプロットして作図したものである。前に述べたように、最大粒径 50.8 mm の切込砂利の場合、最大粒径が 25.4 mm 以下の処理材料の場合と供試体の寸法や作製要領が違っているので、同じ規準で比較検討することはできない。しかし図によれば、セメントの添加量が増せば単純圧縮強度も増加し、また細粒火山灰のほかは、強度の増加割合も大きくなる傾向を示している。

セメント処理混合物の圧縮強度をいくらにおさえるかということは、理論的には、輪荷重、処理厚、その上下層の力学的特性などから定まってくるものと考えられるが、現在のところ確固たる基準がない。今かりに、建設省土木研究所案により、セメント安定処理基層および路盤に対する基準値として、それぞれ 30 kg/cm² と 10 kg/cm² をとるとすれば、処理材料それぞれに対する所要セメント量は表 32-3 のようになる。

これによれば、砂、火山灰などの地方産材料をセメント安定処理することによって、路盤材料としては十分活用でき、また場所によっては基層材料として利用することもできるものであることが判る。

ii) 凍結融解試験

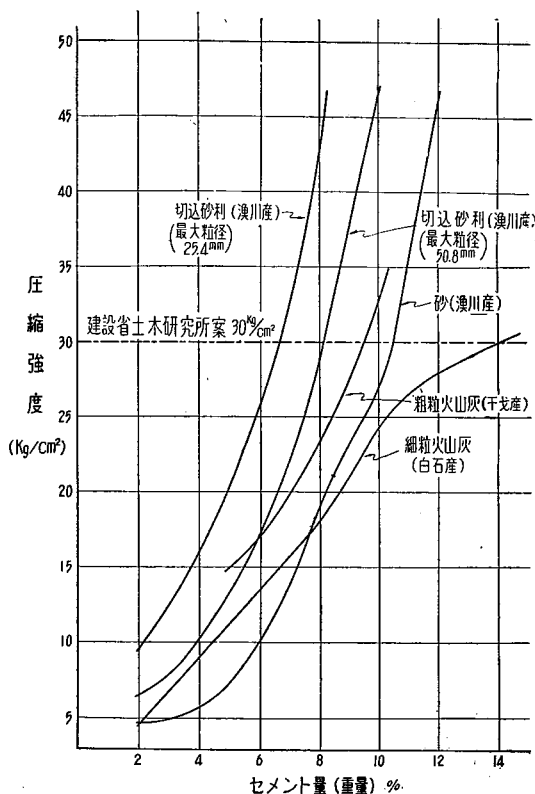


図 32-2 セメント量—圧縮強度

表 32-3 基層および路盤に必要なセメント量

処 理 材 料	基層に対するセメント量		路盤に対するセメント量	
	セメント量 (重量%)	1 m ³ 当りの セメント量 (kg/m ³)	セメント量 (重量%)	1 m ³ 当りの セメント量 (kg/m ³)
細 粒 火 山 灰	14.0	189	4.4	80
粗 粒 火 山 灰	9.5	159	3.0	55
砂	10.5	184	6.0	103
切 込 砂 利 (25.4 mm)	6.5	114	2.1	43
〃 (50.8 mm)	8.0	158	3.8	70

セメント安定処理層の機能を、その剛性に期待するか、あるいは可撓性なものとして考えるかは論の分かれるところであってまだ定説がないが、最近ではたわみ性なものとする傾向にある。

セメント量を決定するに際し、凍結融解、乾燥湿潤などからこれを判定しているものもある。

本実験では、切込砂利(25.4 mm)についてのみ、凍結融解試験を行なったが、図 32-3 に示したとおりであるこの処理材料は改訂 P.R 法の分類に従えば、A-1-a に属するが、Portland Cement Association の示す許容最大損失量は凍結融解 12 サイクルで 14% である。これによれば、6% 以上のセメント添加量で満足する結果が得られることになる。セメント量 6% に相当する圧縮強度を 図 32-2 から求めてみると、圧縮強度は 26 kg/cm² となる。したがって、所要の圧縮強度を適当にきめることによって、凍結融解試験をあえて行なう必要がないようにも思われるが、たとえば ASTM 規格によって凍結融解、乾燥湿潤試験を行なうとすれば 24 日の時日を要することを考え合わせれば、今後の研究課題である。

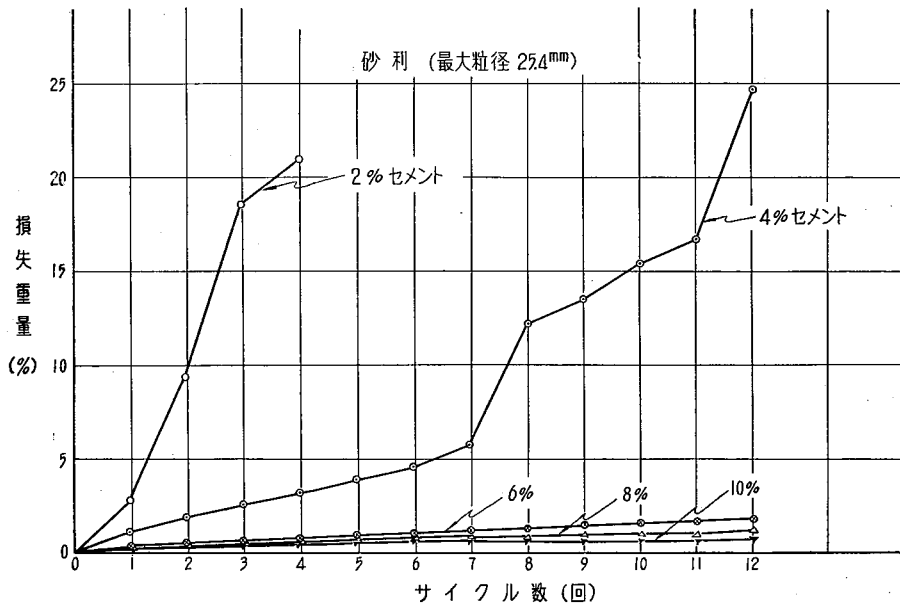


図 32-3 凍 結 融 解 試 験

(b) アスファルト安定処理

アスファルト乳剤およびカットバックアスファルトによる安定処理混合物のマーシャル試験結果は 図 32-4, 5 に示したとおりである。この種の安定処理混合物に対する規準安定度とフロー値はまだ定める段階に至って

いないが、次に Engineering Manual を参考にし
て安定度 500^{Lb}、フロー値 20 以下を一応の基準と
して考察を加えることとする。なお、本実験では
最大粒径 25.4 mm 以下の処理材料についてのみマ
ーシャル試験を行なったものである。

図 32-4 から判るように、4 種類の処理材料の
うち、粗粒火山灰のほかは、アスファルト乳剤に
よる安定処理が可能であって、細粒火山灰、砂な
どの材料も切込砂利と同程度に有用な処理材料で
ある。また、カットバックアスファルトによる
実験結果では、切込砂利を処理することができず
また砂の場合は、細粒火山灰の場合に比べて安定
度がきわめて低いことは図 32-5 から判る。細粒
火山灰の場合の安定度の最大値は 1350^{Lb} で、その
ときのアスファルト量は 4% であった。また粗粒
火山灰の場合は安定度が 500^{Lb} 以上にも及ぶも
のもあるが、一般にはばらつきが大きく適確な値をつ
かむことができなかったため、図 32-5 には記して
いない。

6. あとがき

ここでは、道路研究室が現在行なっている路
盤材料の安定処理に関する研究のうち、セメント
およびアスファルト安定処理の室内実験に対する
今までの成果の概要を述べた。この実験では、5
種類の処理材料を対象としたものであるが、それ
ぞれ特定の粒度に限られている。今後は、粒度と
安定処理効果との関係をはじめ、セメントとアス
ファルト乳剤、あるいはセメントと石灰の併用、
リグニンその他の化学的材料による安定処理の研
究をすすめなければならないと考えている。

また実験と併行して美々試験道路あるいは屋
外実験場において、舗装構成体内での安定処理層
の力学的な働きを解析するため、目下各種の試験
調査を実施している。

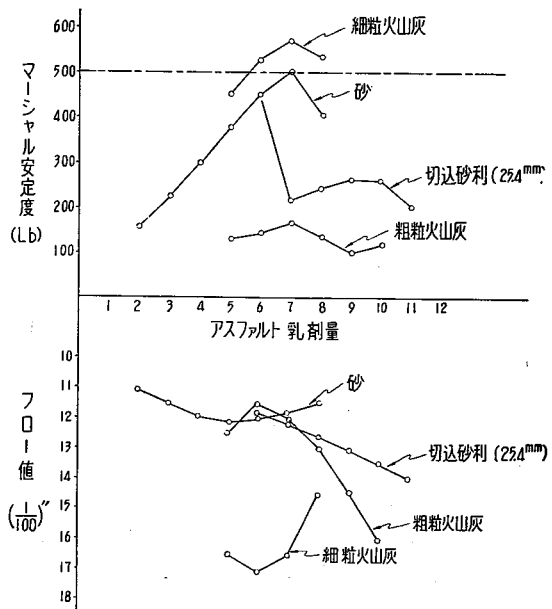


図 32-4 マーシャル試験 (アスファルト乳剤処理)

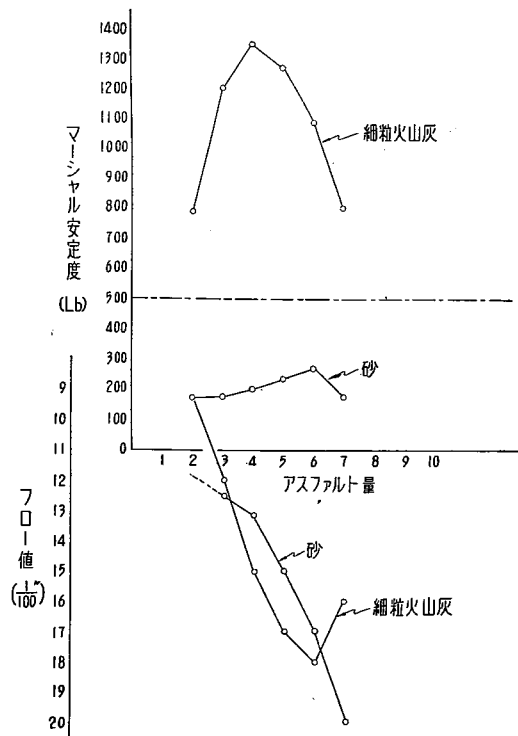


図 32-5 マーシャル試験
(カットバックアスファルト処理)