

セメントを混入した乳剤モルタルの性質について (第2報)

樋 渡 正 美

1. 緒 言

学報第12巻第1号に掲載された第1報で、乳剤モルタルにセメントを混入すると、従来乳剤舗装の欠点と云われていた事柄を大部分改善できることと、材料投入の順序を誤らなければ混合も通常の場合と同じ程度に容易であることが明らかになった。次の問題はいかなる配合でどんな順序に混合したら、最も優れた合材が得られるかと云うことである。これはセメント混入の乳剤舗装を現場に応用する際、決め手ともなる重要な問題であるから、それについて種々の実験を行った結果を第2報としてここに報告する。なお実験に使用した材料は第1報に掲げたものと全く同じである。

2. 混合に関する実験

a. 序 説

これは砂、石粉、セメントおよび乳剤と云う四種の材料をどんな順序で混合したら、最も優れた合材が得られるかを知るために行った実験である。この問題については既に第1報でも若干検討されており、骨材を最後に投入するC法は混合が困難で全く実用に適しないことが分っている。従ってここでは、第1表に示す様な5種類の混合方法について比較検討すればよいことになる。

第1表 混合方法

第2表 重量配合(%)

記 号	混 合 の 順 序	第2表 重量配合(%)				
		アスファルト	セメント	石 粉	砂	計
①	(砂+石粉+セメント)+乳剤					
②	(砂+石粉+乳剤)+セメント	8	4	8	80	100
③	(砂+セメント+乳剤)+石粉	10	5	10	75	100
④	(砂+乳剤)+(石粉+セメント)	12	6	12	70	100
⑤	(砂+セメント)+(石粉+乳剤)					

次に混合方法の優劣を決定するためには、供試体を作ってその性質を調査する必要がある、その際各材料の配合をどうするかと云うことが問題となる。然しながらこれについては次節で詳細に検討される筈であるからここでは一応第1報で報告された結果を参考にして第2表の通り定めることにする。

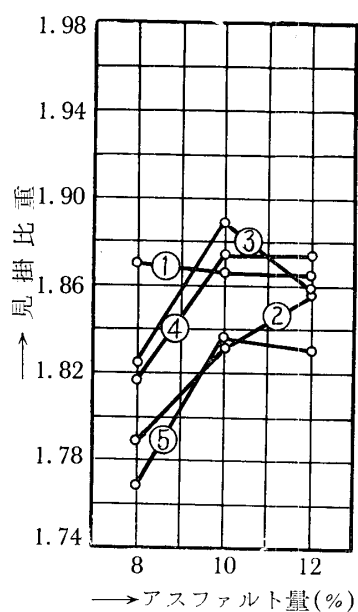
b. 混 合 試 験

先ず第2表に示す配合の材料を第1表に掲げた夫々の方法で混合して合材を作り、その色彩や塊の多少および混合の難易を観察したが、その結果は第3表の通りであった。この表から混合方法として優れているのは②や④の様にセメントを最後に加えたものであることが分る。

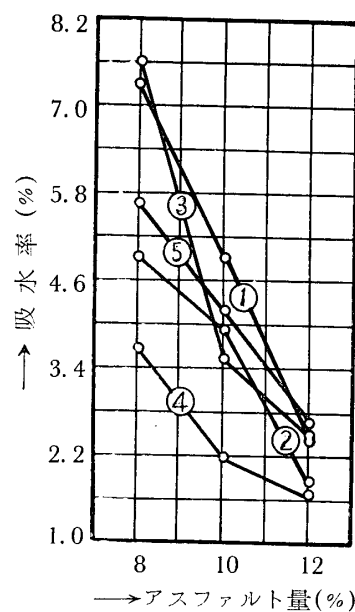
次にこれ等の合材を内径5cm、高さ10cmの鋳鉄製型枠に3層に詰め、各層は重量2.5kgのランマーを高さ30cmの所から25回落して突き固め、3個を1バッチとして供試体を作った。6月下旬から7月中旬まで14日間室内に放置した後、これ等供試体の見掛比重を測定した結果が第

第3表 合材の性質

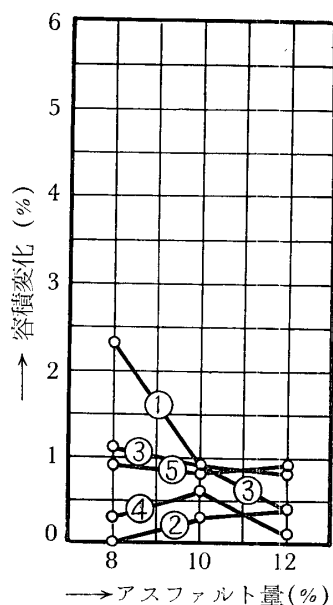
アスファルト 混合方法	8%			10%			12%												
	色	彩	塊量	混	合	色	彩	塊量	混	合									
①	灰	青	褐	僅	少	稍	難	灰	青	褐	少	稍	難	青	褐	中	稍	易	
②	黒	褐	無	無	無	容	易	黒	褐	無	無	無	容	易	黒	褐	無	容	易
③	灰	青	褐	僅	少	稍	易	灰	青	褐	少	稍	易	灰	青	褐	中	稍	易
④	黒	褐	無	無	無	容	易	黒	褐	無	無	無	容	易	黒	褐	無	容	易
⑤	灰	青	褐	僅	少	稍	難	灰	青	褐	少	稍	難	灰	青	褐	中	稍	難



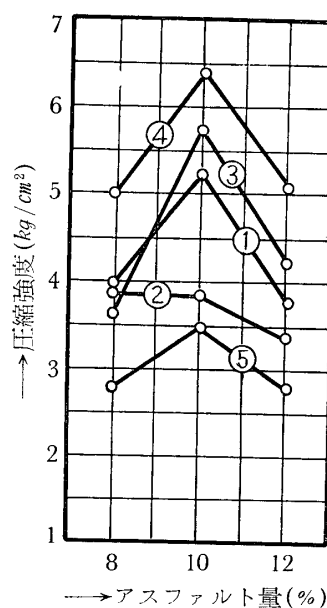
第1図 見掛比重



第2図 吸水率



第3図 容積変化



第4図 圧縮強度

1 図に示されている。一般に舗装の密度は大きい程荷重や腐蝕に対する抵抗性が強いと云われているから、この意味では混合方法③④①の順序に好ましいと云える。

c. 吸水試験

見掛比重測定後の供試体は25°Cの水中に24時間浸漬して、その吸水率と容積変化を調査した。その結果を第2図および第3図に示す。舗装は雨水を吸収して膨脹し、またこれが凍結して破壊の原因となることが多いので、吸水率も容積変化も共に小さい方が望ましい。従って第2図および第3図から混合方法としては夫々④②③および②④⑤の順序に優れていることが分る。

d. 強度試験

供試体は吸水試験のあと更に単軸圧縮試験機にかけ、温度25°Cで破壊したがその結果は第4図の通りであった。これによると圧縮強度は④③①の順序に大となっている。以上行った諸種の試験結果を総合すると、混合方法として最も優れているのは④であり③がこれに次ぐと云える。然しながら③は混合が少々容易でないと言う難点があるので、現場では④の方法を採用することが一番望ましいと思う。

3. 配合に関する実験

a. 序 説

各種の舗装材料をどんな割合で混合したら、最も優れた合材が得られるかと云う問題については、第1報で述べた様に理論もないことはないが、種々の供試体を作って実験してみる方が確実である。ところで前節で説明した実験結果(第1図ないし第4図)から判断すると、アスファルト量は10%程度が最も良い様である。従ってここではアスファルトの量を10%前後とし、石粉やセメントの量を色々変えて第4表に示す配合の供試体を前節と同じ方法で作製し、その性質を調査することにした。なおその際の混合方法としては最も優れている④のみを用いた。

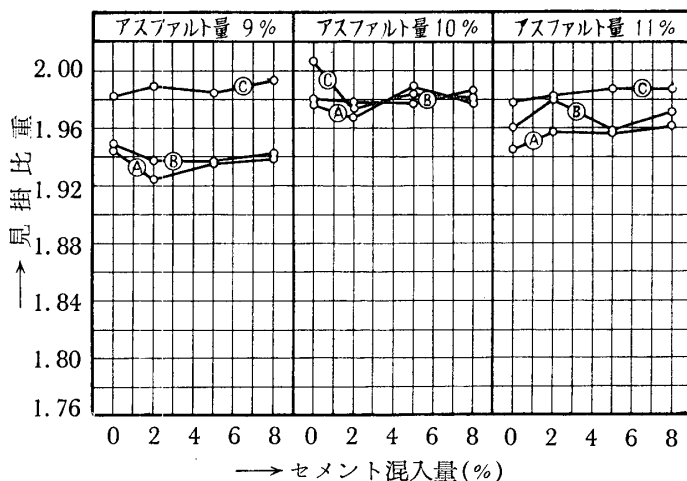
第4表 重量配合(%)

合 材 の 配 合				填 充 材 の 配 合			
アスファルト	填充材	砂	計	記 号	セメント	石 粉	計
9	12	79	100	Ⓐ	0	12	12
	15	76	100		2	10	12
	18	73	100		5	7	12
					8	4	12
10	12	78	100	Ⓑ	0	15	15
	15	75	100		2	13	15
	18	72	100		5	10	15
					8	7	15
11	12	77	100	Ⓒ	0	18	18
	15	74	100		2	16	18
	18	71	100		5	13	18
					8	10	18

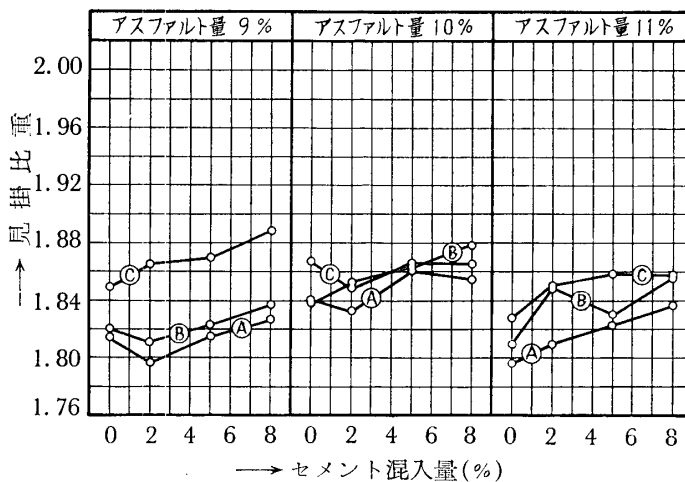
b. 比重試験

第5図は供試体製作直後の見掛比重を測定した結果であるが、これによると填充材を多く入れる程締り易いことが分る。しかもこの傾向はアスファルト量が少い程大きい様である。又セメント量の多少による密度の変化は殆んどない。

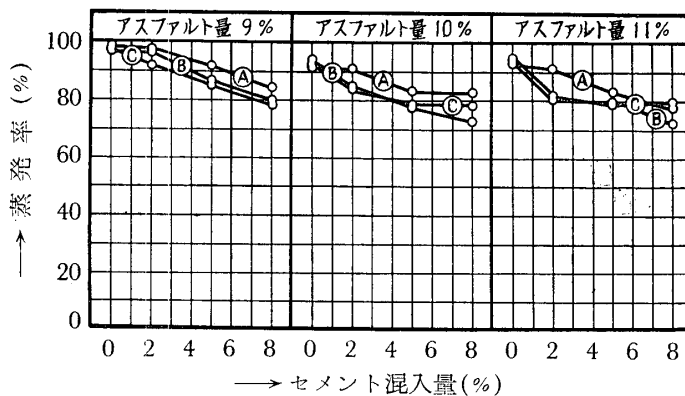
次にこれ等の供試体を室内で14日間(9月7日より10月14日まで実験)放置した後、見掛比重を測定した結果が第6図に示されている。これを第5図と比較すれば、填充材の多いもの程見掛比重が大きいことは変っていないが、セメントを沢山入れたもの程見掛比重が重くなっているこ



第5図 見掛比重 (製作直後)



第6図 見掛比重 (製作14日後)

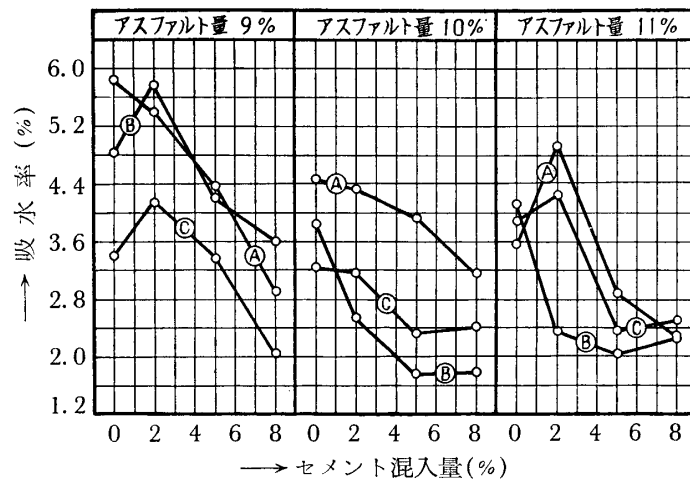


第7図 蒸発率 (製作後14日間)

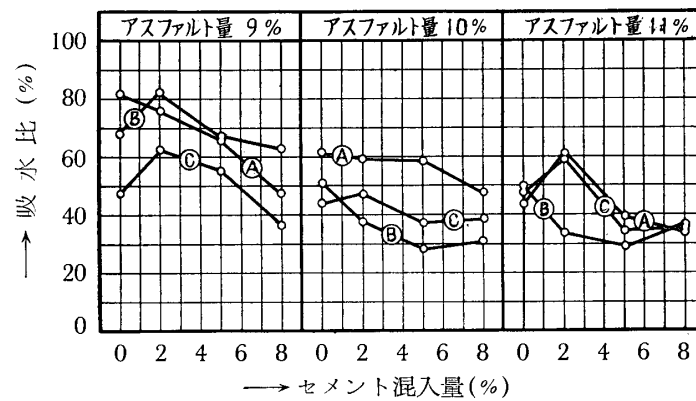
とに気がつく。これはセメント量が多くなる程水分の蒸発が困難になることを意味する。いま試みに水分の蒸発量と供試体製作直後の含水量との比、即ち蒸発率を調べてみると第7図の様になり、そのことが一層はっきりする。なおこの図から填充材が多い程一般に蒸発し難くなることが分る。

c. 吸水試験

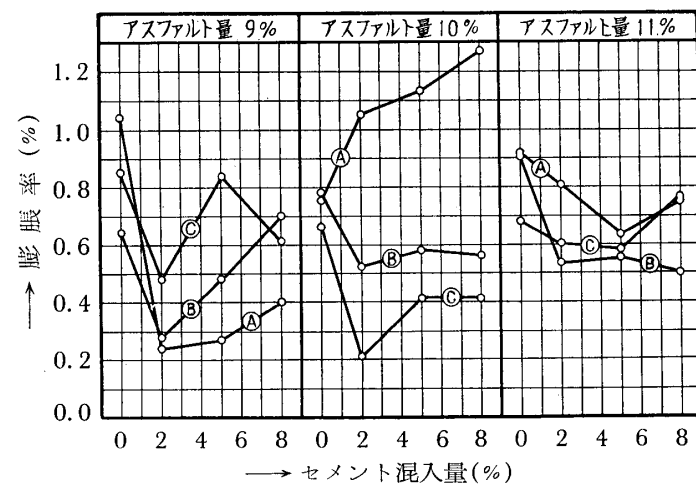
室内に14日間放置された供試体は見掛比重測定後、25°Cの水中に24時間浸漬して吸水量と体



第8図 吸水率 (25°C, 24h)



第9図 吸水比 (25°C, 24h)



第10図 容積変化 (吸水前後)

積変化を測定されたが、その結果は第8～10図に示される。この中第8図の吸水率即ち吸水量÷吸水前の供試体重量と、第9図の吸水比即ち吸水量÷蒸発量とは全く同じ傾向を示しており、次の様なことが云えると思う。

- (1) セメントを混入すると吸水率も吸水比もともに著るしく減少するが、その減少率はアスファルト量9%のものを除いてセメント量5%で頭打ちとなる。
- (2) アスファルト量9%のものは吸水率が割合に大きい。この傾向は填充材が少ない程甚だしく、

明らかに結合材の不足を表わしている。

(3) アスファルト量9%のものを除けば填充材15%のものが最もよい結果を示している。

又第10図は吸水による供試体の体膨脹係数を示しているが、これを見るとセメント量2%で大体最小になっておりアスファルト量9%のもの以外は填充材が多い程膨脹率は小さくなる様である。

d. 強度試験

吸水試験を行ったあとの供試体は圧縮試験機にかけて、これを25°Cの温度で破壊したがその結果を第11図に示す。この図から次の様なことが云えるであろう。

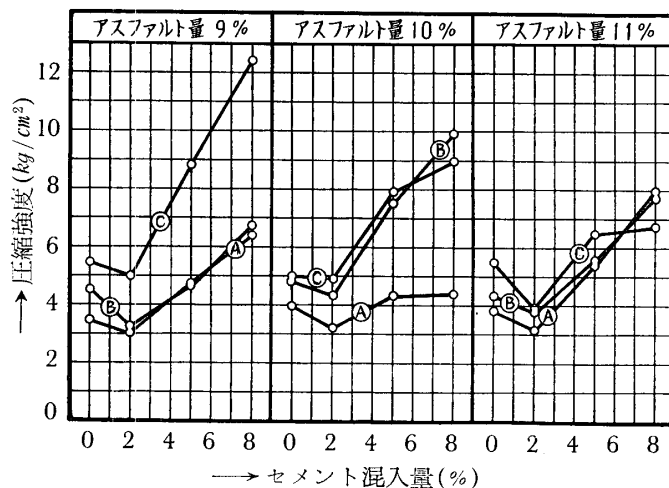
(1) 圧縮強度はセメント量2%で最低を示し、その後はセメント混入量の増加に従いほぼ直線的に増大する。

(2) 填充材が多い程圧縮強度も大きい。

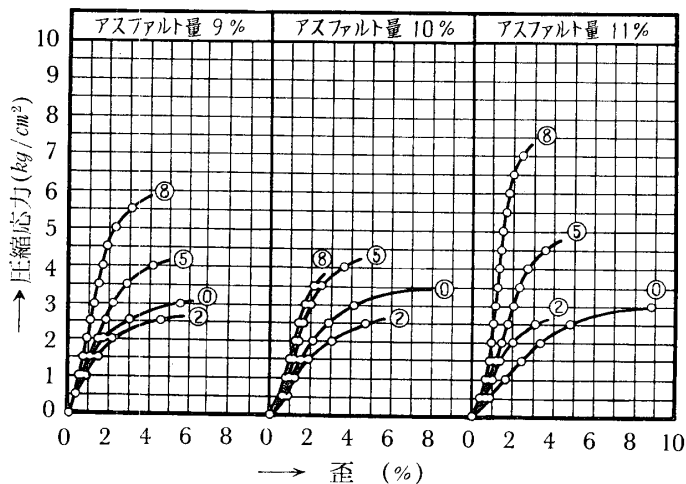
(3) 一二の例外はあるが大体においてアスファルト量10%で最大の強度を示している。

次に第12~14図は単軸圧縮試験を行った場合の応力と歪の関係を求めたものであり、図中の数字はセメント混入量(%)を表わしているが、これ等の図から次の様なことが分る。

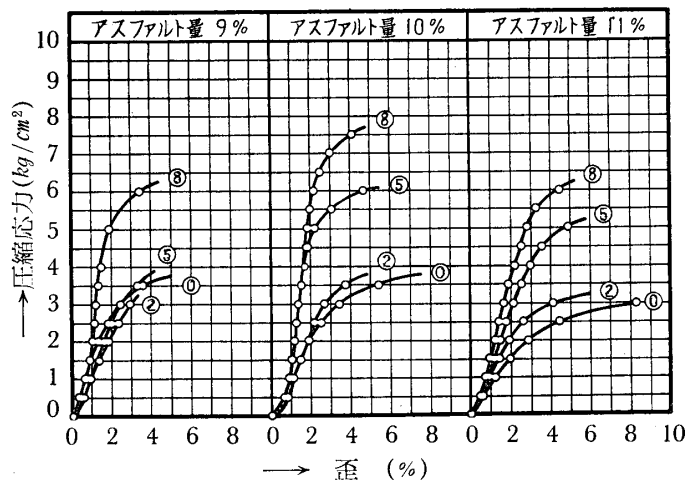
(1) セメント量2%までは塑性的な性質を示しているが、填充材の少ない場合を除けばセメント量5%から供試体は弾性的な傾向を示す様になり、その際の弾性係数はセメント量5%も8%も



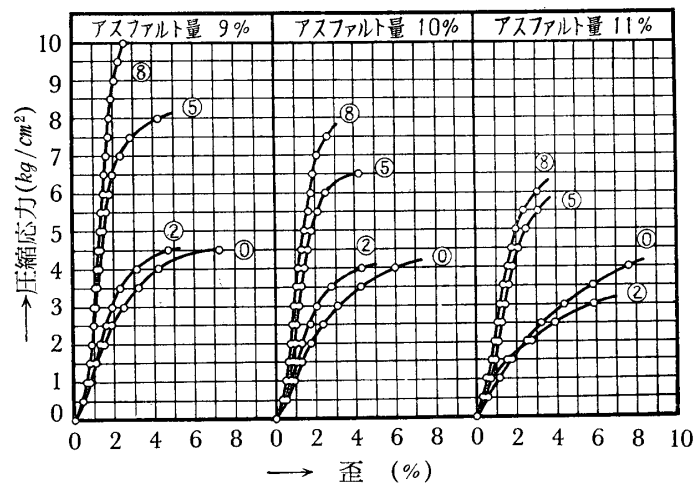
第11図 圧縮強度 (25°C)



第12図 応力歪曲線 (25°C, A)



第13図 応力歪曲線 (25°C, ㊸)



第14図 応力歪曲線 (25°C, ㊹)

余り変わらない。

(2) 填充材が少ないと一般に塑性的な性質を示し、弾性係数も亦小さい。

(3) アスファルト分の多い合材程弾性係数が小さく、セメント量を多くしないと弾性的になり難い。これはアスファルト量に応じてセメントの添加量を加減しなければならぬことを示唆している。

以上の実験を総合すると、配合としては第1報で述べた従来の経験に基づく方式、即ちアスファルト量を10%とし填充材の量をその1.5倍とするものが、この場合には一番優れている様に思われ、セメントの添加量はアスファルト量の半分位とするのが経済的に最も有効である。

4. 結 語

乳剤舗装にセメントを混入すれば、その欠点を大部分除去できることについては既に説明した。その際の配合は実験の結果から、この場合砂75%石粉10%セメント5%アスファルト10%が一番経済的かつ優れており、又混合方法は先ず砂に乳剤を混ぜ、これに石粉とセメントの混合物を加える方法が最も好ましいと分った。この方法で製作した供試体の性質と、所謂高級舗装（加熱混合式）のそれとを比較したものが第5表である。この場合使用したアスファルトの針入度（常温混合式108, 加熱混合式65）が異なるので、圧縮強度を直接比較するには問題もあるが、その他の性質でも簡易舗装（常温混合式）はまだ高級舗装に及ばない面が多い。従って研究の余

第5表 簡易舗装と高級舗装の比較

舗装の種類	重量配合 (%)				見掛比重		吸水率 (%) (25°C, 24h)	容積変化 (%) (吸水後)	圧縮強度 (kg/cm ²) (25°C)
	アスファルト	セメント	石粉	砂	(製作直後)	(14日後)			
常温混合式	10	0	15	75	1.98	1.84	3.84	0.78	4.8
	10	5	10	75	1.98	1.86	1.75	0.58	7.5
加熱混合式	10	0	15	75	2.11	2.11	0.66	0.12	15.3

地はなお残されているが、セメントの添加による乳剤舗装の改善と云う一応の目的は果したと思うので、こゝらでこの報告を終わることとする。