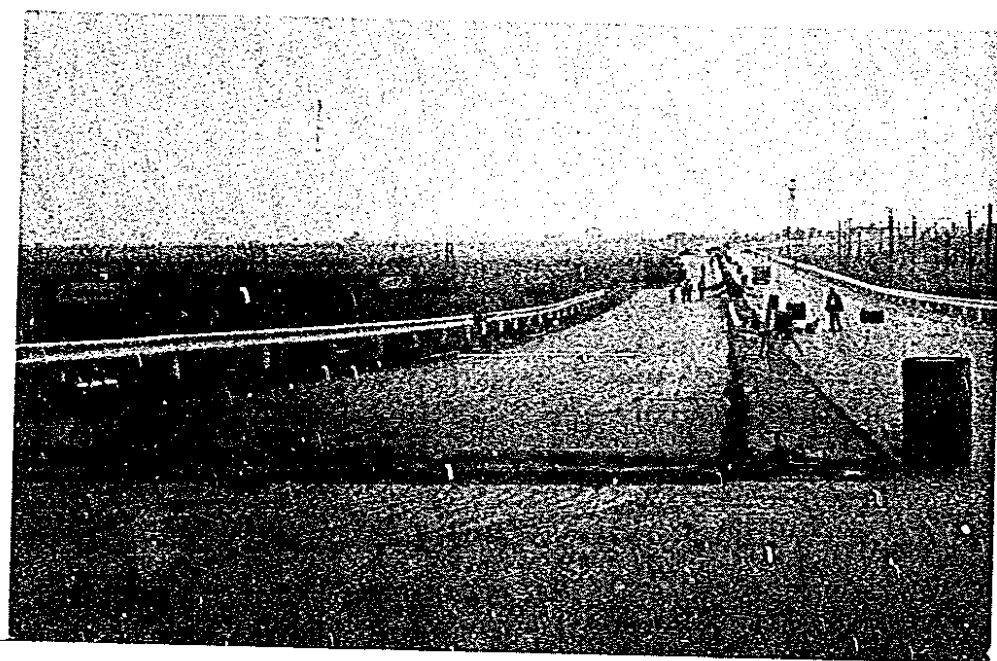




土木研究所資料

第 130 号

ソイルセメント試験舗装報告書



試験舗装区間松戸側より撮影

昭和 40 年 12 月

首都国道工事々務所
土木研究所 道路部 舗装研究室

目 次

1. 試験舗装の位置	1
2. 試験舗装の概要	2
2-1 舗装体の温度含水比およびヒズミ測定方法及び埋設位置	2
2-1-1 舗装体の温度測定	2
2-1-2 舗装体の含水比測定	5
2-1-3 舗装体のヒズミの測定	6
3. ソイルセメントの粒度	7
4. ソイルセメントの配合の決定	8
4-1 使用材料	8
4-1-1 セメント	8
4-1-2 砂	8
4-1-3 砕石	8
4-2 骨材の合成粒度	9
4-3 セメント量の決定	11
5. ソイルセメントの試験練り	14
5-1 使用骨材	14
5-1-1 セメント	14
5-1-2 山砂	14
5-1-3 砕石	14
5-2 使用セメント量の検討	17
6. 路床土について	22
6-1 下層路盤の川砂について	24
6-2 路盤のK値測定及び準備	24
7. 施工法	26
7-1 混合	26

7-2	舗 設	38
7-3	養 生	39
8.	現場管理試験およびその結果	42
8-1	概 要	42
8-2	試 験 結 果	42
8-2-1	粒 度	42
8-2-2	含 水 比	47
8-2-3	一軸圧縮強度試験	47
8-2-4	砂置換法による単位体積重量試験	52
8-2-5	合材のセメント含有量	53
9.	アスファルト舗装	61
9-1	アスファルト	61
9-2	粗骨材及び細骨材	61
9-2-1	碎石の材質は次に示す	61
9-2-2	碎石の粒度	63
9-2-3	フ イ ラ ー	63
9-3	示 方 配 合	66
9-4	骨材の配合比及び合成粒度	66
9-5	基準アスファルト量の決定	72
9-5-1	配合の最終決定	75
9-6	アスファルトコンクリート基準密度の決定	75
9-7	マーシャル安定度試験及びホットビンの篩分け試験	77
9-8	コアーによる舗装厚さ及び密度の測定	82
9-9	タワミ測定	83
10.	む す び	91
附記	ソイルセメント試験舗装計画及び室内試験結果	93
附図	金町道路舗装工事実施工程表	143~144

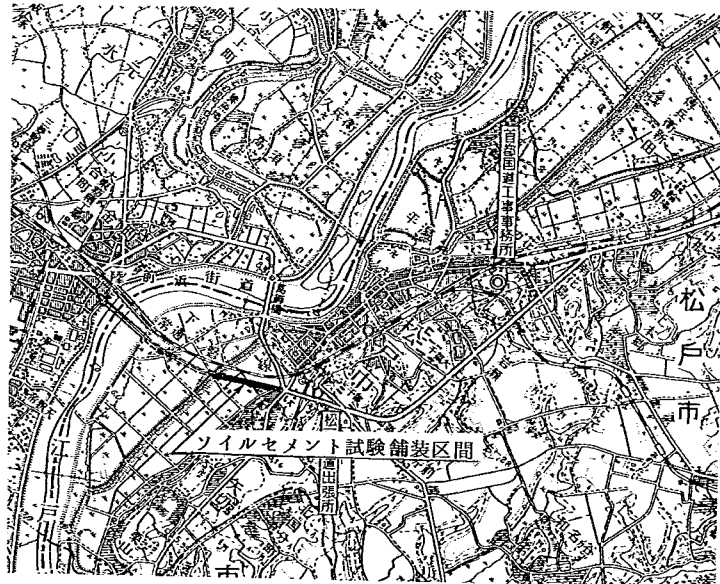
附 記

ソイルセメント試験舗装計画室内試験結果

1. 概 要	93
2. 室 内 試 験	93
2-1 材 料 試 験	93
2-1-1 セ メ ン ト	93
2-1-2 砂	93
2-1-3 碎 石	98
2-1-4 砂と碎石との比率	98
3. 各種配合に対する工費の比較	106
4. 突き固め試験	115
5. 一軸圧縮強度	117
6. セメント量の決定	117
7. 碎石と山砂とセメントの混合骨材を用いた室内試験について	132
8. 各使用セメント配合比を決定したときの単価の比較	141
9. 試験結果の考察	142

1. 試験舗装の位置

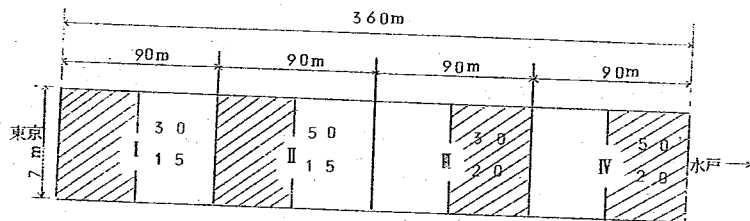
本試験舗装区間は金町バイパス（東京都葛飾区金町四丁目～千葉県松戸市小山地先）の松戸側上り車線区間で次に述べる目的、調査のために実施したものである。 図一1は試験舗装区間位置図である。



図一1 試験舗装区間位置図

2. 試験舗装の概要

ソイルセメント工は、ソイルセメントの乾燥収縮ならびに温度伸縮によるヒビワレの発生および表層とのスベリによる破壊現象を調査するために施工するものである。この試験舗装は、ソイルセメントの7日1軸圧縮強度を 50 kg/cm^2 および 30 kg/cm^2 、厚さは 20 cm および 15 cm とし4試験区間各々 90 m 区間総延長 360 m を下図の様に配置した。断面は下図の通りとし各区間の半分について、ソイルセメント層上に碎石($30 \text{ mm} \sim 20 \text{ mm}$)を一層に散布しローラーで圧入して表層とのスベリに対する効果を比較すべく施工した。尚本試験舗装のソイルセメントは各所に於いて実施したデーターの不足分を補足すべく本文の図-22に示されるように粒度範囲を特に限定して実施したものである。



△ 注) 上段は圧縮強度(kg/m^2)、下段は厚さ(cm)

△ 斜線部分はスベリ止め工法実施箇所

2-1 舗装体の温度、含水比およびヒズミ測定方法及び埋設位置

2-1-1 舗装体の温度測定

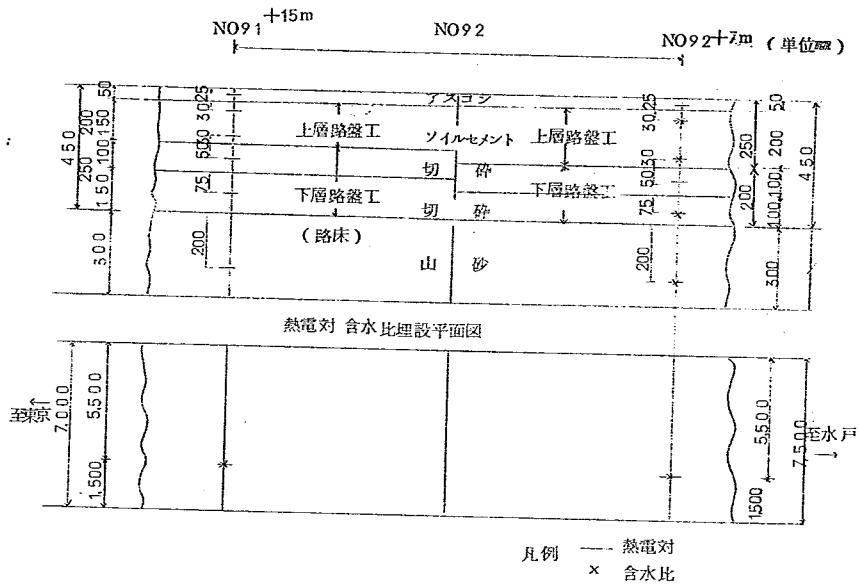
試験舗装の温度測定は路床、下層、上層路盤及び舗装面に銅コンスタン熱電対を埋設し各層の温度変化を調査するものである。

熱電対埋設位置平面及び断面図は次図の通りである。

尚この舗装厚は試験舗装区間以外も含めて基層迄を施工し

交通開放し盛工等の沈下え表層を施す可く計画した。

熱電対含水比埋設断面図



熱電対記録計器は横河 E R 型電子管自動平衡式計器を使用した。ER 型の仕様概要を次に示す。

ER 型仕様概要

- ケ — ス; 角形、パネル取付用 (326×302×426)
- 目 盛; 平等目盛、目盛長 180 mm
- 記 録; 多点ペン書き
- 記 録 紙; 折たたみ式、巻の全長 20 m
- 記録紙駆動; 同期電動機駆動 25 mm/h
- 測定回路; 電流電位差方式、熱起電力の室温補償回路、電位差計回路電流連続自動規正装置付、乾電池不要

熱電対；銅コンスタンタン使用

指針速度；全目盛7秒

感度；全目盛の0.15%

精度； $\pm 0.5\%$

電源；100V、50%又は60%

消費電力；40W

許容電源変動；電圧90~110V

周波数45~55%又は55~65%

熱電対温度計の測定原理、ER-22型熱電温度計は電子管自動平衡式計器であり、熱電対から計器までの導線は専用の補償導線を使用して途中

の温度測定を防ぎ、補償導

線を用いて熱電対をER-

22型の端子に接続すれば

計器内部で(a)のような電位

差回路が構造される。電位

差計の不平衡電圧が電子管増巾器を介して大きく増巾され、

平衡電動機に加えられて電動機が回転する。この回転の動き

を摺動可変抵抗器を操作する動きに伝達して可変抵抗を調整

する事により電位差計の平衡をとり、電位差計が平衡して増

巾器へ入る不平衡電圧が零になると平衡電動機は静止し、可

変抵抗部へ共に連動する指針も静止する。計器は丁度この指針

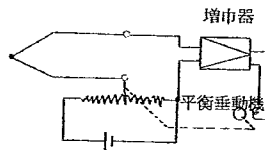
の停止位置が熱電対の温度の値を示す目盛板の位置となるよ

うに調整されている。

但し(b)のように熱起電力は温接点と他端との温度の差によ

って定まるから、計器側の温度(室温)が変動すると温接点

(測温端)の温度変化がなくても熱起電力が変動する。



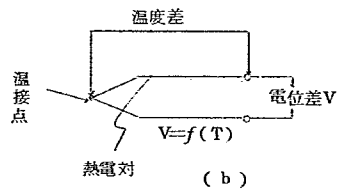
(a)

ER-22型はこのように室温変動により熱起電力が変動しても、温接点の温度が変

化しない限り指示が変わないように自動的に調整

する装置がついていて、室温変化による指示誤差を自動補償している以上

の様な原理で現在土木研究所で測定中である。

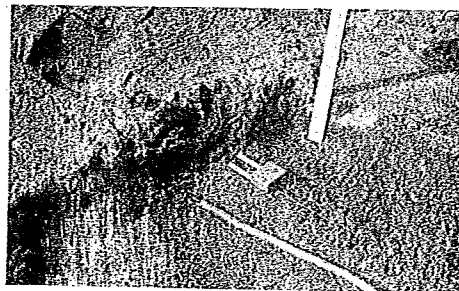


2-1-2 舗装体の含水比測定

含水比の測定は両極間に含水比の変化があれば両極間の電気抵抗がおのずから変る。したがって締固めを一定と考えた場合電気抵抗と含水比とは相関関係にあると考えられるので現場と同じ状態で室内試験を実施し、電気抵抗と含水比の相関関係を求め電気抵抗の測定により含水比を求めるものである。

計器は土壌水分計で写真は下層路盤1の川砂の中に銅コンスタンと並べて埋設中のものである

写真 1



注△ 写真の

左側は銅
コンスタ
ンの熱電
対である。

△ 写真右
側は土壌
水分計で
ある。

土壌水分計の仕様範囲は下記に示す通りである。

品 名；土壌水分計

測 定；交流電気抵抗式による測定 電池；1.5 V 4個

抵抗範囲；L、0.1～50 K Ω 製造会社；ケット化学研究所

H、1～5 M Ω

以上の計器を用い路床、下層及び上層路盤内に於ける含水比の変化を土木研究所の方で測定中である。

2-1-3 舗装体のヒズミの測定

舗装体のヒズミの測定はストレインゲージにより埋設位置の平面、断面図は下図に示す通りである。

〔ストレインゲージ埋設平面図〕

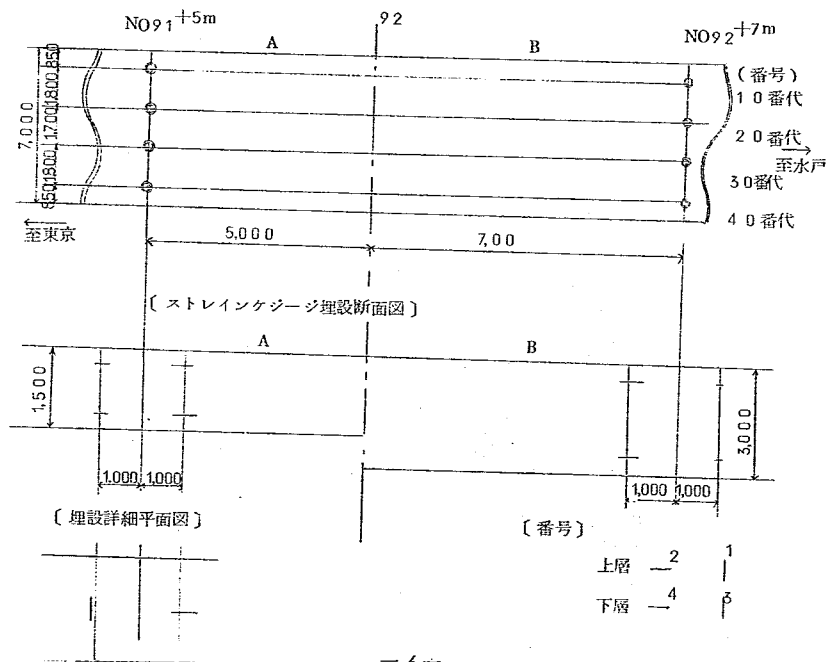


写真-2はストレインゲージをソイルセメント中に埋設中の
ものである。

写 真 - 2



ストレインゲージをソイルセメントの中に埋設するときはソイルセ
メントをある程度（実際は足でつき固めた）締固めソイルセメント層
厚の所定の位置に埋設するよう注意して埋設した。

測定は現在土木研究所で実施中である。

3. ソイルセメント粒度

粒度の範囲は下記により実施した。

フルイ目 (mm)	通過重量百分率 (%)
30	100
30~20	85~100
20~10	75~85
10~5	55~70
5~2	40~55
2~0.4	20~35
0.4~0.075	10~15

4. ソイルセメントの配合の決定

4-1 使用材料

4-1-1 セメント、チチブ普通ポルトランドセメント

4-1-2 砂、鬼怒川産を使用

山砂、千葉県市川市大町附近より採取

種類	2000 μ	420 μ	74 μ
川砂	95.1	47.3	0.8
山砂	98.5	92.8	8.0

通常安定処理に適する条件液性限界<40%、塑性指数
<18%を満足するのでこの砂を用いることにした。

4-1-3 砕石

4号、5号砕石 茨城県久慈郡大子町西金地先
6号、7号砕石 栃木県安蘇郡葛生町地先

号 フルイ寸法	4号	5号	6号	7号	山砂
30~20 mm	42.1	100			
20~10 mm	1.1	2.7	100		
10~5 mm			31.1	100	100
5~2.5 mm			7.5	36.6	98.5
2.5~0.4 mm			2.7	3.6	92.8
0.4~0.075 mm			0.1	0.8	8.0

通過百分率%

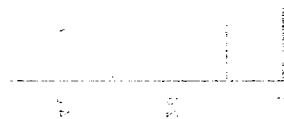
4-2 骨材の合成粒度

「ソイルセメント舗装計画」室内試験結果より使用骨材は碎石と山砂とセメントに依るものとし、その骨材の合成粒度は碎石4号、12.0%、5号8.5% 6号15.0%および7号27.4%、また山砂は37.1%で合成粒度は下記に示す。

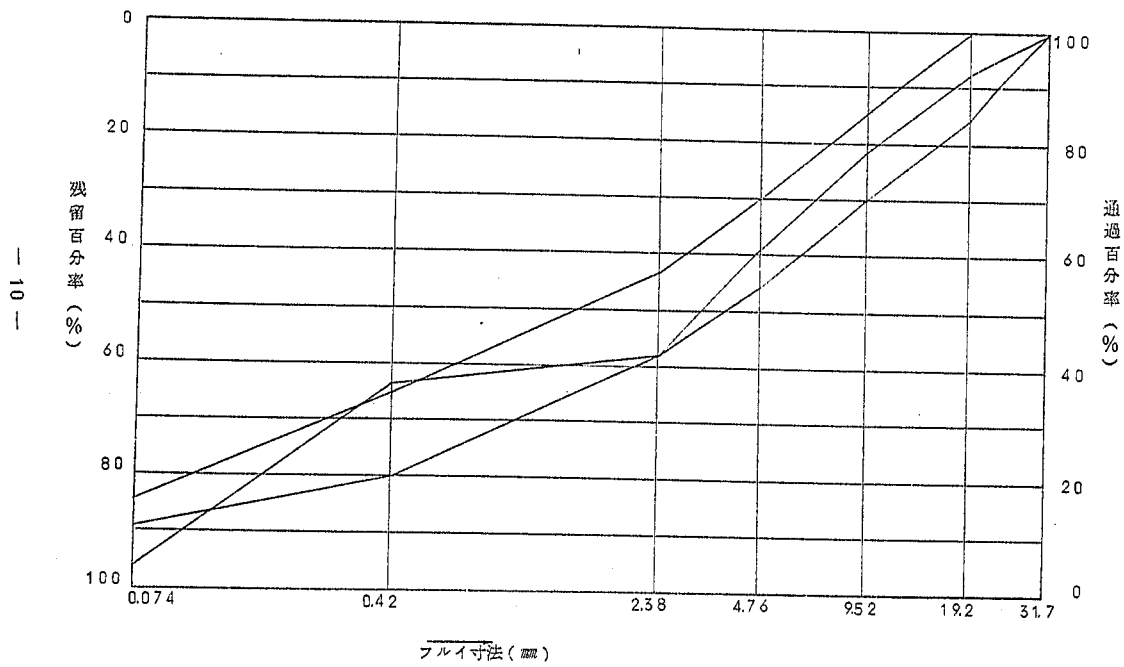
フルイ(φ)	30	20	10	5	2.5	0.42	0.074
通過百分率(%)	100	93.1	78.0	61.3	41.9	36.4	3.0

注1) 昭和40年5月首都国道試験室にての室内試験結果附表を参照のこと。尚最終的に使用材料等の決定を附表にて詳述している。

碎石と山砂の粒度分布を図-2に示す。



図一-2 砂石と山砂の粒度分布図



4-3 セメント量の決定

表-1 碎石、山砂・およびセメント配合表

種類	セメント	4号	5号	6号	7号	砂
配 合 比	4.0	11.5	8.2	14.4	26.4	35.5
〃	5.0	11.4	8.1	14.3	26.0	35.2
〃	6.0	11.3	8.0	14.1	25.9	34.7
〃	7.0	11.1	7.9	14.0	25.6	34.4

上記表-1により一軸圧縮強度試験を行つた結果を表-2及び
図-3に示す

表-2 一軸圧縮強度試験結果

セメント量	含水比	一軸圧縮強度	乾燥密度
4 %	7.0	32.5	2.039
	7.9	34.2	2.039
	8.7	27.2	2.063
5 %	7.1	54.0	2.016
	8.0	46.1	2.041
	9.2	46.4	2.039
6 %	5.8	45.9	1.989
	9.4	63.2	2.004
	10.4	51.8	2.090
7 %	6.2	59.0	2.023
	7.2	67.1	2.048
	7.8	70.9	2.056

上記の一軸圧縮強度と含水比の関係はOMCは8%であるが実際はOMC $\pm$ 1%にて強度試験を実施したもので乾燥密度は2.05 g/cm³ (平均値)である。

又一軸圧縮強度と含水比の関係を図-3に示す。

図-3 一軸圧縮強度-含水比

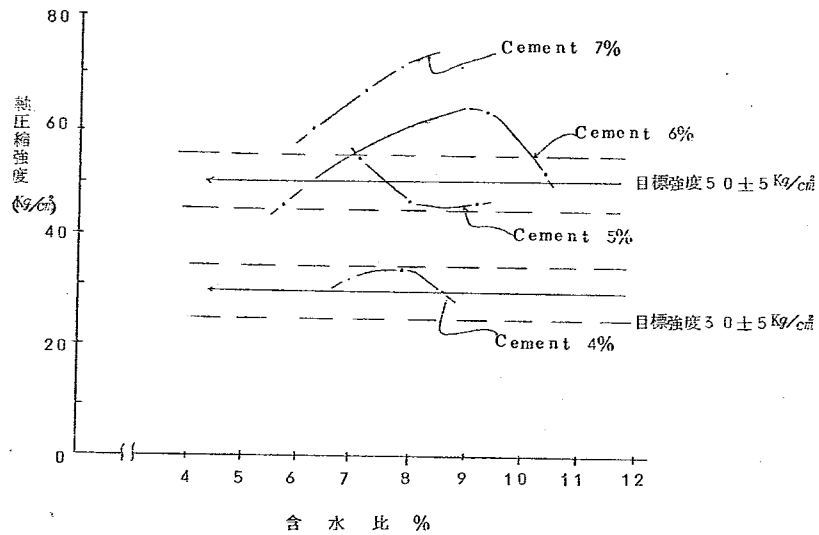


図-3よりわかるように目標強度50 $\pm$ 5 kg/cm²はセメント量5% 目標強度30 $\pm$ 5 kg/cm²はセメント量は4%が最適であつた。したがつて示方配合は表-3に示す通りである。

表-3 示方配合

セメント量	4号	5号	6号	7号	山砂	目標強度
4.0%	11.5%	8.2%	14.4%	26.4%	35.5%	$30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$
5.0%	11.4%	8.1%	14.3%	26.0%	35.2%	$50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$

写真-3

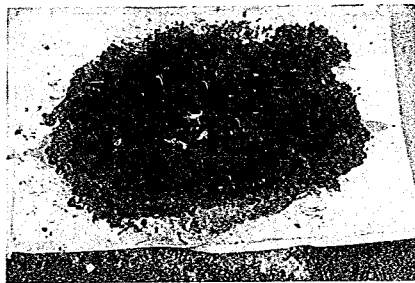
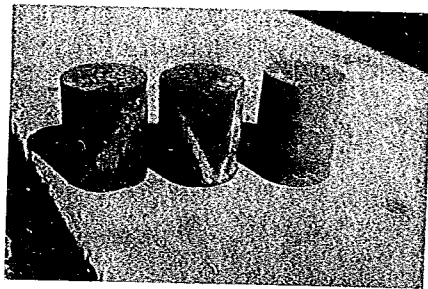


写真-3はソイルセメント合材の写真である。この合材を見ればわかるが細粒度ではあるが配合は非常に良いように考察された。

写 真 一 4



写真一4「写真一3」の合材をOMC8%セメント含有量5%の供試体を圧縮試験した後のものである。写真よりわかるようにクラックは円錐形に入り粒形分布も良い。

5. ソイルセメントの試験練り

4項で示方配合が決定したが試験舗装区間施工業者も決まり内容目的等具体的に打合せ検討の結果、使用骨材が決定、4項の示方配合決定の際の使用骨材と実際にソイルセメントに使用される骨材の採取場所が変ったので再試験を実施した。

5-1 使用骨材

5-1-1 セメント……チチブ普通ポルトランドセメント

5-1-2 山 砂……千葉県松戸市新作地先

5-1-3 砕 石……4号、5号、6号及び7号砕石は栃木県安
蘇郡葛生町地先

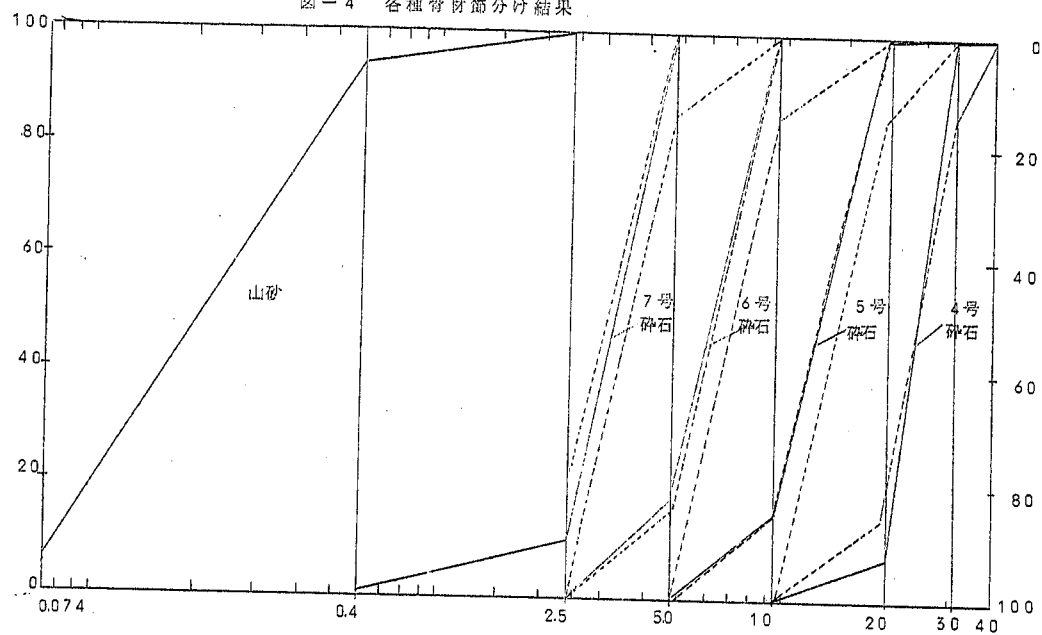
表一4 各骨材篩分け結果

フルイ寸法	4号	5号	6号	7号	山砂
40～30	100	100			
30～20	7.4	99.5	100		
20～10	0.1	14.8	99.8	100	
10～5		0.6	18.0	99.8	
5～2.5			0.7	10.0	100
2.5～0.4				1.0	94.1
0.4～0.074					5.8

0 通過集計百分率%

各碎石の篩分け結果は表一4の通りであり、(JIS規定の範囲に入っているかを調べた結果は図一4に示す。碎石4号、5号、6号、7号共に規格外品であることがわかる。)これらの各骨材を使用し、合成粒度を求めると表一5のようになる。

圖-4 各種骨材篩分結果



表一 5 使用骨材の合成粒度

4号5号6号7号山砂

	12.0	8.5	15.0	27.4	37.1						合成 粒度	目標 粒度
40~30	100					12.0	8.5	15.0	27.4	37.1	100	100
30~20	7.4	99.5				0.9	8.5	15.0	27.4	37.1	88.9	92.5
20~10	0.1	14.8	99.8				1.3	15.0	27.4	37.1	80.8	77.5
10~ 5		0.6	98.0	99.8			0.1	2.7	27.3	37.1	67.2	62.5
5 ~2.5		0.6	18.0	10.0	10.0			0.1	2.7	37.1	47.8	47.5
2.5~0.4			0.7	1.0	94.1				0.3	34.9	35.2	27.5
0.4~0.074					5.8					2.2	2.2	7.5

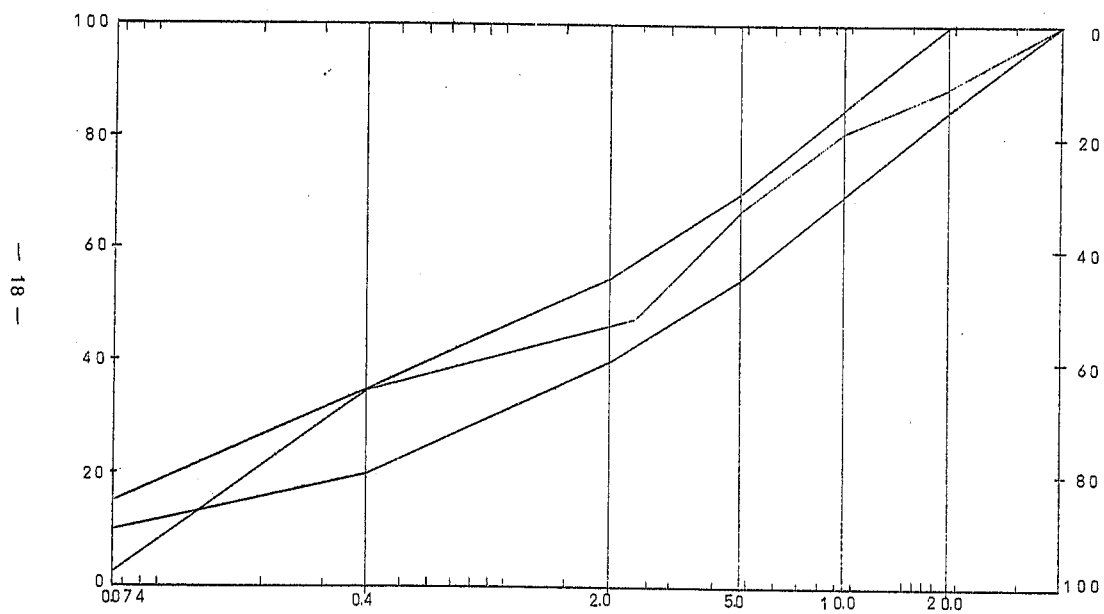
ソイルセメントの合成粒度曲線をプロットすると図一5ソイルセメント合成粒度曲線の様になる。合成粒度曲線よりわかるように各碎石は範囲の目標値に近いが細骨材の0.4mmフルイ目が細かく範囲ぎりぎりに入っており、又200#フルイも2.2%通過と少ない。この200#フルイ通過10~15%は近効地区の山砂では見受けられないしかしシルトおよび粘性土を含有する土を混入して目標粒度範囲に入れることは可能であるが実際施工及び管理の面ではこれの使用は混合上実際には不適当と推察される。したがって、上記の合成粒度で施工することに決定した。

5-2. 使用セメント量の検討

5-1項で使用骨材が決定したのでセメント量を2%、3%、4%、5%、および6%に変化させたときの強度を室内試験にて実施した。

その結果は表一6のソイルセメント一軸圧縮試験結果に示す通りである。

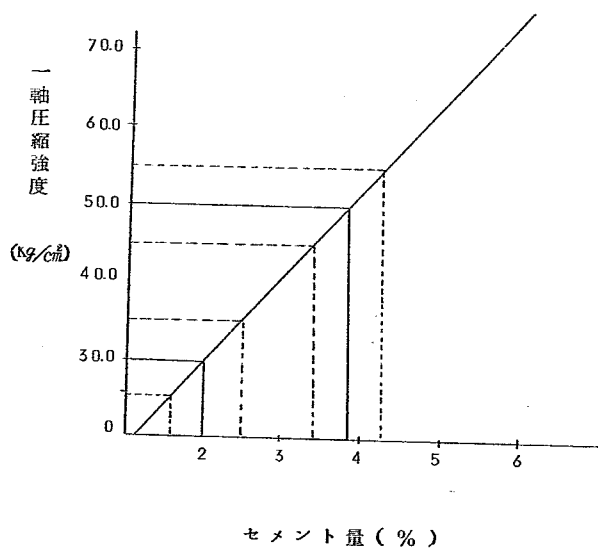
図-5 ソイルセメント合成粒度曲線



表一 6 ソイルセメント一軸圧縮試験結果

使用セメント量 (%)	含水比	一軸圧縮強度	乾燥密度
2	7.9	30.0	2.055
3	8.3	41.4	2.063
4	8.0	53.0	2.077
5	8.0	71.7	2.078
6	8.4	99.7	2.076

図一 6 一軸圧縮強度一セメント量



この結果図一の一軸圧縮強度とセメント量の関係図よりわかるよう
一軸圧縮強度 $50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ はセメント量は約 4%、 $30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$
はセメント量は 2% であった。

室内試験結果は $50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ で 5% から 4% にセメント量が減つ
ており $30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ でも同様に 4% から 2% に減つてゐる。

しかし実際プラント（アスファルトバッチミキサ 700 kg/1 バッ
チ）で試験練りを実施した場合セメント含有量を 2%、3%、4% お
よび 5% に対し一軸圧縮強度がどのように変るか、又プラント製作の
供試体と同一合材にて現場施工まで予想して約 1 時間経過して、製作
した供試体との一軸圧縮強度の変化、調査を表一 7 に示す。

表一 7 ソイルセメント一軸圧縮試験結果
（プラントにて常盤工業 K K が製作）

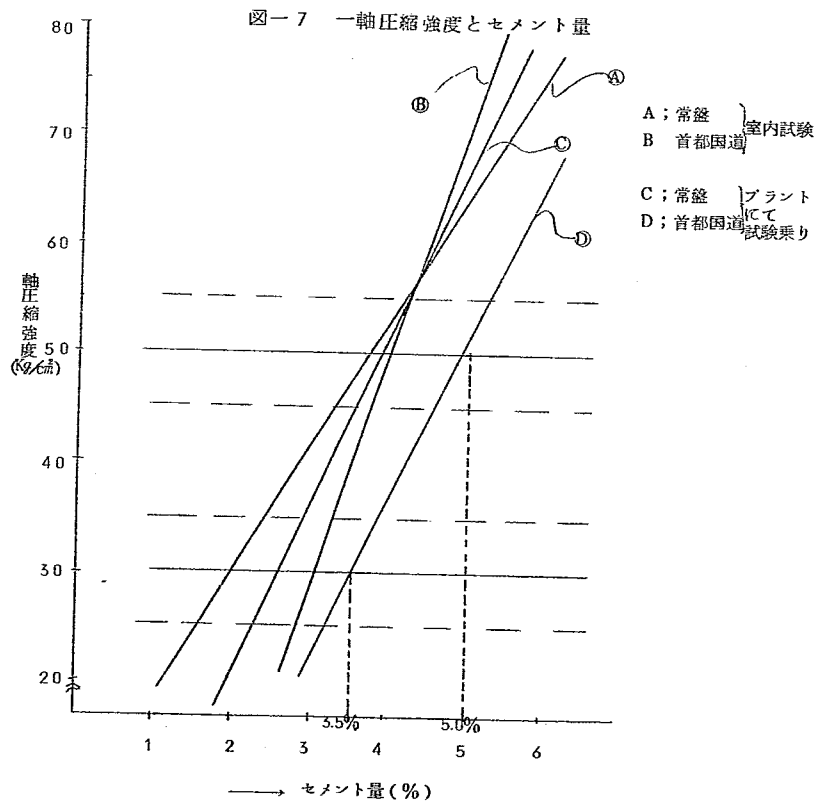
セメント量%	含水比%	一軸圧縮強度	乾燥密度 (kg/cm^3)
2	8.0	20.7 kg/cm^2	2.052
3	8.0	※ 16.7 %	2.062
4	8.0	52.3 %	2.068
5	8.0	66.5 %	2.075

※ 製作不良又は計量ミスと考へ
られるもの

表一 8 ソイルセメント一軸圧縮試験結果
（事務所試験室にて製作）

セメント量%	含水比	一軸圧縮強度	乾燥密度
4	8.9	37.1	2.031
5	6.1	51.8	2.106

表一7に示すようにプラント製作の供試体はセメント量5%で
 6.5 kg/cm^2 、セメント量4%が 5.23 kg/cm^2 であり、現場到着
 (約1時間経過)を予想し、同一の資料を試験室に持帰り供試体を
 製作し、一軸圧縮強度試験を実施した。その結果表一8に示す。セ
 メント量5%で 5.18 kg/cm^2 、セメント量4%で 3.71 kg/cm^2 である。
 この関係を見ると図一7に示すように



A 一曲线、B 曲线は室内試験結果で A 曲线は常盤工業 KK で製作；
B 曲线は首都国道試験室にて製作したものである。又プラントで実際に試験練りしたものを C 一曲线に示し、D 一曲线は混合より約 1 時間経過した資料の一軸圧縮強度をプロットしたものである。

D 曲线では $50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ 、 $30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ はそれぞれセメント量は 5 %、3.5 % である。従つて、ソイルセメント施工時は夏期で含水比の変化が多く見込まれ施工終了までの一軸圧縮強度は C 一曲线、D 曲线を比較すればわかるように $14 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$ 低下するものと推察されるため D 曲线に示されるようにセメント使用量は $50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ が 5 %、 $30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ が 3.5 % が適当と判断されるので、この配合で実施することに決定した。

6. 路床土について

路床土は既設路床面の凸凹が、はげしく不陸整正をし、この上に約 30 cm の盛土（路床面で合せる）をする。盛土はブルドーザーで敷均し、タイヤローラーにて転圧する予定であるが実際タイヤローラーが盛土（山砂）を自走することは出来ないで、やむを得ずブルドーザーにて転圧（7～10 回）しワダチ部分は手直しをし盛土を完了した。盛土施工中は雨天が多く工期の点より次の工程がいそがれており、現場 CBR 試験の実施を予定したが出来なかつた。そこで現場 CBR 試験に代行するものとして比較的簡易な衝撃式地耐力試験を実施し、現場 CLR に換算（現場 CBR 5 % = I 値 12）し I 値により管理した。表 9 は盛土および川砂の衝撃式地耐力試験結果を示す。試験結果より盛土を現場 CBR に換算すると 3～5 %、川砂は 4～6 % であつた。

盛土は良質の山砂を使用しダンプトラック運搬後前記の通りブルドーザーにて転圧を実施したが転圧回数が増すにつれて地耐力が減少した（これは含水比が高いためと判断された）川砂は十分締固めを行つたが転圧回数に対し、締固めの変化があまりなかつた。

表一 9 衝擊式地耐力試驗結果

測點	左右	山砂 (I 值)						左右	川砂 (I 值)					
		1	2	3	4	5	$\bar{x}$		1	2	3	4	5	$\bar{x}$
83	右	14.0	14.6	15.0	15.6	14.0	14.6	右	15.5	16.0	14.5	16.0	12.0	12.8
84	左	13.0	16.0	16.0	13.0	14.5	15.6	左	9.0	8.9	9.0	8.0	8.9	8.8
85	右	17.0	15.5	14.0	15.0		15.4	右	13.0	13.5	11.5	12.0	13.0	12.6
86	左	18.0	16.0	15.0	13.5	13.0	13.2	左	8.5	9.0	9.5	9.5	8.5	9.0
87	右	18.0	16.0	15.0	17.0	18.0	17.0	右	13.0	12.0	11.0	8.5	8.0	10.0
88	左	15.0	14.5	15.0	15.0	15.0	18.2	左	14.5	15.0	11.0	12.0	10.0	12.5
89	右	13.5	14.5	15.5	13.0	13.5	14.0	右	9.5	9.0	9.0	10.0	9.5	19.4
90	左	15.5	15.5	13.5	15.5	13.5	14.7	左	13.0	13.5	14.5	14.0	11.3	13.3
91	右	15.0	12.0	10.0	11.0	15.0	16.5	右	10.5	10.5	9.5	9.0	9.0	9.7
92	左	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.2	左	12.1	13.5	12.5	12.2	12.2	12.1
93	右	14.5	12.5	12.5	12.0	14.0	13.1	右	11.0	11.0	11.0	13.0	11.0	11.4
94	左	18.0	14.0	12.0	13.0	13.5	14.1	左	11.0	13.0	11.5	14.0	11.0	12.1
95	右	13.5	14.0	14.0	12.0	13.0	13.3	右	12.5	13.5	15.0	13.5	11.5	13.2
96	左	11.0	12.0	11.0	12.5	11.0	11.5	左	13.0	11.0	11.5	10.5	9.0	11.0
97	右	11.0	12.0	10.0		12.0	11.5	右	13.0	13.0	12.0	12.0	10.0	12.0
98	左	12.5	14.5	12.0		14.5	13.8	左	11.5	12.0	11.0	11.0	10.0	11.1
99	右	12.0	14.5	13.5		14.0	13.5		8.5	10.5	10.5	12.0	12.0	10.7
100	左	14.5	16.0	14.0	16.5	16.0	15.4		11.0	10.5	10.5	11.5	11.0	10.9

6-1 下層路盤の川砂について

路盤工（マカダムより上層）は次項（6-2）で述べることにして、川砂について述べる川砂の支持力は現場CBR 5%以上（I 値 12 以下）を目標に締固めた。

その結果は表-9 の川砂の稠を見るとわかるように、I 値で 12 ~ 9 の範囲にあり、現場CBR に換算すると 5 ~ 7 %であった。次の写真は衝撃式地耐力測定の写真である。

又最終的に路床と下層路盤の川砂の支持力を、マカダム（路盤工）工法を施工後、マカダムに穴を直径 40 cm ほどあけ測定したと同時にそれぞれの乾燥密度も測定、その結果を表-10 に示す。

この表-10 よりわかるように路床では I 値 6.6 ~ 8.6（現場CBR に換算すると 8 ~ 10 %）で非常によく締つてある。おなじく川砂は I 値 4.5 ~ 7.8（CBR 8 ~ 11 %）で非常に良く締つた状態である。

乾燥密度は山砂で 1.665 g/cm^3 、川砂で 1.589 g/cm^3 と山砂の方が高かった。

6-2 路盤のK値測定および準備

路盤工の構成は前述（2-1 項断面）の通り下層路盤は川砂 10 cm と 15 cm の 2 種類としこの上に切込碎石 10 cm を施工する。切込碎石の骨材最大寸法は 40 mm で、粒度は表-11 図-8、に示す試験結果の通りである。路盤の支持力の測定は荷重にマカダムローラーを使用した。目標支持力は $K 30 \geq 15$ 以上とし、タイヤローラー、マカダムローラーにて水締した。その結果は表-12 平板載荷試験結果総括表に示す通りである。又各個々の点については図-9, 10, 11, 12, 13, 14 および 15 に示す。ソイルセメントの混合は中央プラント方法を採用、小

写 真 5



写真は川砂の衝撃式地耐力測定の写真で
I 値 12 ~ 9 であつた。

出来なくなるので実質的には $180\text{ m} \times 7 = 1260\text{ m}^2$ 分の路盤工
を準備した。

規模工事であるので
アスファルトプラン
トを流用した。パッ
チ型ミキサー（1バ
ンチ 700 公方）にて
混合 20 ~ 25 t/hr
で 1 日には 200 ~
250 t の混合能力
を持っている。した
がつて 1 ブロック
 $90\text{ m} \times 7\text{ m} = 630\text{ m}^2$ / 日
の割合で施工は可能
なので 1 ブロックの
路盤工を準備すれば
良いが、実際は施工
工程の関係から
 180 m 2 ブロック
分の路盤工を準備し
なければ連続打設は

7. 施 工 法

7-1 混 合

まず混合前に粗骨材の含水比を測定し、水量を OMC 8% になるように補正し混合を初め実際の含水比を OMC より 0.5~1.0% プラスになるように水量を補正（天候及び施工を加味）し、1~2 時間に 1 回の割合で補正した。

表-10 衝撃式地耐力試験及び乾燥密度試験結果集括表

I 川 砂

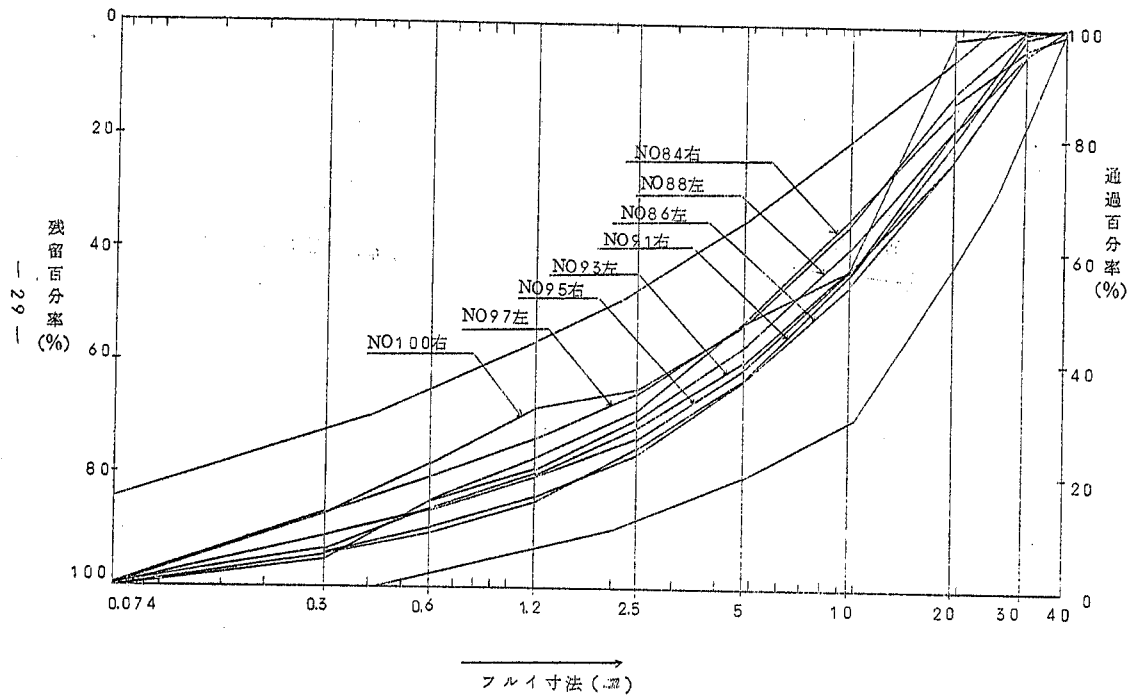
項 目 測 点	No84左	No86右	No88左	No91右	No93左	No95右	No97左	No100右	平 均
試料+モールド	928	894	985	919	125	932	980	941	
モールド	357	340	369	378	368	384	388	386	
試 料	571	554	616	541	557	548	592	555	
容 積	332	330	326	318	323	328	326	328	
$\gamma_t (g/cm^3)$	1.720	1.679	1.890	1.701	1.724	1.671	1.816	1.692	
$\omega \%$	9.6	10.3	11.2	6.4	9.0	6.4	11.5	6.9	9.0
$\gamma_d (g/cm^3)$	1.569	1.522	1.670	1.599	1.570	1.570	1.629	1.583	1.589
I 値	4.5	7.8	7.4	7.1	5.7	5.4	7.3	7.0	6.5
K_{30} 値	22.5	17.2	13.0	13.8	17.6	18.6	13.8	14.8	16.4

※ I 値と現場CBRとの関係は別紙参照のこと但しI値12以下は現場CBRで5%以上であるのでI値が12%以下であれば良いと考えられる。又 $K_{30} \geq 7$ 以上である。

Ⅱ 山 砂

	No 84左	No 86右	No 88左	No 91右	No 93左	No 95右	No 97左	No 100右	平 均
試料+モールド	1.029	1.018	1.048	1.009	1.019	1.016	999	992	
モールド	397	380	387	379	387	380	375	375	
試 料	622	638	661	630	632	636	624	617	
容 積	330	328	331	329	332	325	328	330	
$rt(g/cm^3)$	1.885	1.945	1.997	1.915	1.904	1.907	1.902	1.870	
$\omega(\%)$	1.15.8	1.5.6	7.3.8	1.5.8	1.5.5	2.0.0	1.7.5	1.6.0	1.6.3
$rd(g/cm)$	1.628	1.683	1.755	1.654	1.648	1.631	1.619	1.612	1.665
I 値	6.6	8.4	7.7	8.1	6.9	7.0	7.1	8.6	7.6
K_{30} 値	14.9	11.3	12.5	12.8	14.8	13.8	13.9	10.8	13.1

図-8 切込碎石(40m/m以下)粒度範囲曲線
(下層路盤筋分け結果)



表一 切込砕石（マカダム）骨材篩分け試験結果

測点 フルイ法	No 84左		No 86右		No 88左		No 91		No 93左		No 95右		No 97左		No 100右	
40	3.7	96.3	0	100	1.1	98.9	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
40~30	3.7	96.3	4.7	95.3	3.9	96.1	1.4	98.6	0.9	99.1	4.3	95.7	0	100	0	100
30~20	13.7	86.3	23.2	76.8	18.2	81.8	19.9	80.1	18.0	82.0	23.1	76.9	2.1	97.9	118	882
20~10	34.3	65.7	46.2	53.6	39.6	60.4	44.3	55.7	43.8	56.2	43.9	56.1	43.1	56.9	349	651
10~5	53.5	46.5	63.4	36.6	56.6	43.4	62.4	37.6	59.1	40.9	60.9	39.1	53.0	47.0	531	469
5~2.5	168.3	31.7	76.6	23.4	70.0	30.0	75.0	25.0	71.4	28.6	73.1	26.9	65.4	34.6	649	351
2.5~1.2	77.1	22.9	84.2	15.8	78.7	21.3	84.6	15.4	80.4	19.6	80.4	19.6	73.8	26.2	68.3	31.7
1.2~0.6	84.7	15.3	89.5	10.5	85.1	14.9	90.3	9.7	86.4	14.6	86.4	13.6	80.6	19.4	78.6	21.4
0.6~0.3	95.6	4.4	93.8	6.2	91.0	19.0	94.6	5.4	93.4	6.6	90.8	9.2	87.2	12.8	87.3	10.7
	100.0	0	100.0	0	100.1		100	0	100	0	100.0	0	100.0	0	100	0
マカダム	100		9.5		9.6		10.3		9.5		100		11.3		100	
川砂	14.8		15.3		16.0		14.5		9.5		9.5		8.5		13.0	

表-12 道路の平板載荷試験総括表

測 定			単位荷重 (kg/cm ²)	計算に用いた沈下量 cm	K ₃₀ 値 (kg/cm ²)
No	83+10	右	2.00	0.125	16.0
	84	左	1.63	◇	13.0
	85	左	2.30	◇	18.4
	86	右	2.30	◇	18.4
	86+10	左	1.15	◇	17.2
	88	左	1.80	◇	14.4
	88+10	右	2.40	◇	19.2
	90	左	2.74	◇	21.9
	91	右	3.20	◇	25.6
	91+10	左	2.80	◇	22.4
	92+5	右	2.18	◇	17.4
	93	左	2.05	◇	16.4
	93+15	右	2.28	◇	18.2
	95	右	4.80	◇	38.4
	95+10	左	2.53	◇	20.2
	97	左	3.55	◇	38.4
	97+10	右	2.69	◇	21.5
	98+10	左	3.25	◇	26.0
	99+10	左	2.75	◇	22.0
	100	右	3.55	◇	38.4
	100+10	左	2.60	◇	20.8
平 均 値					21.9

図-9 道路の平板載荷試験

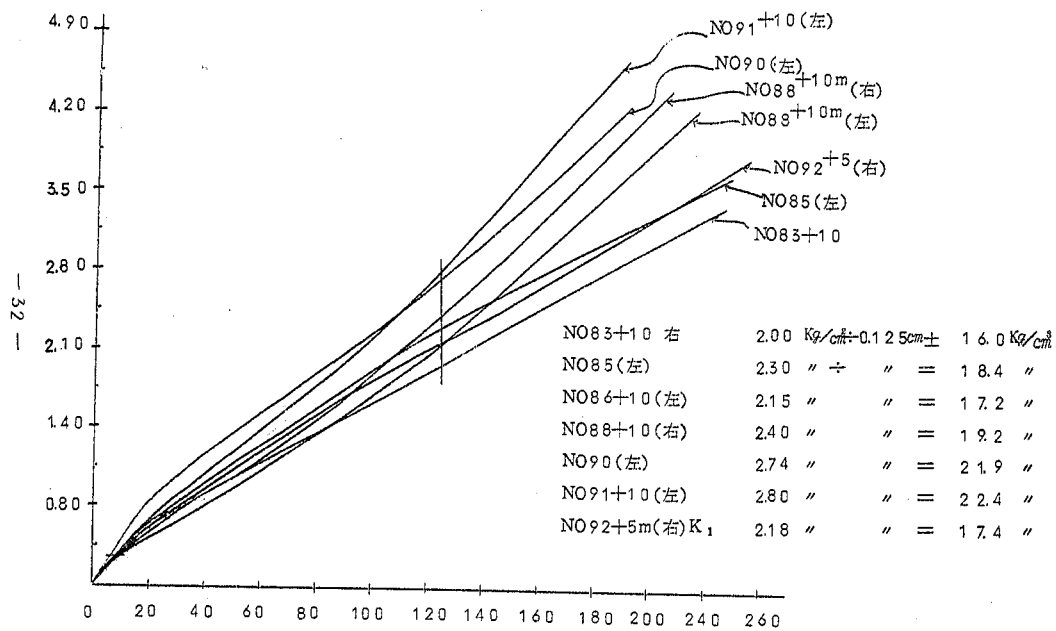


図-10 道路の平板載荷試験

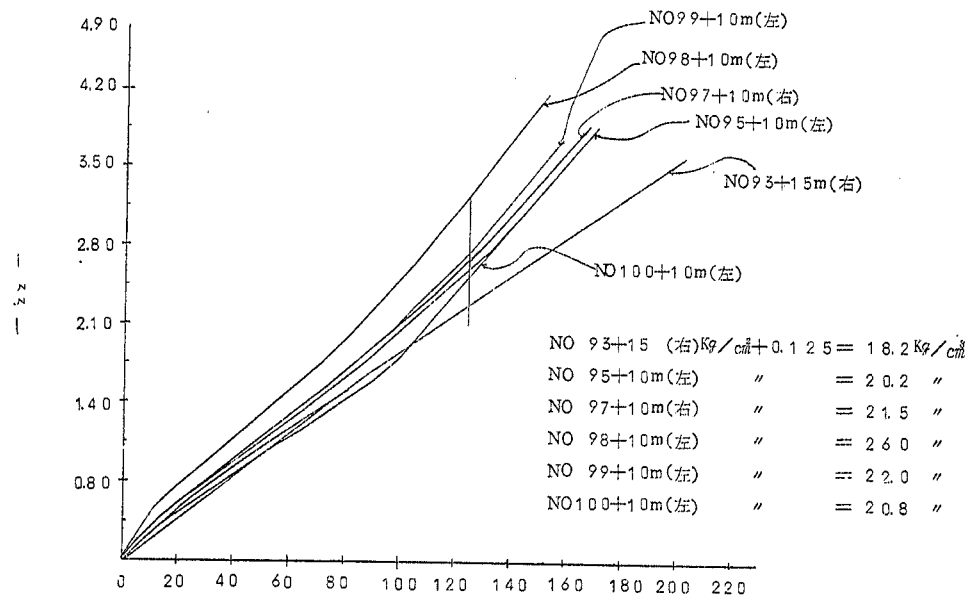


図-11 道路の平板載荷試験

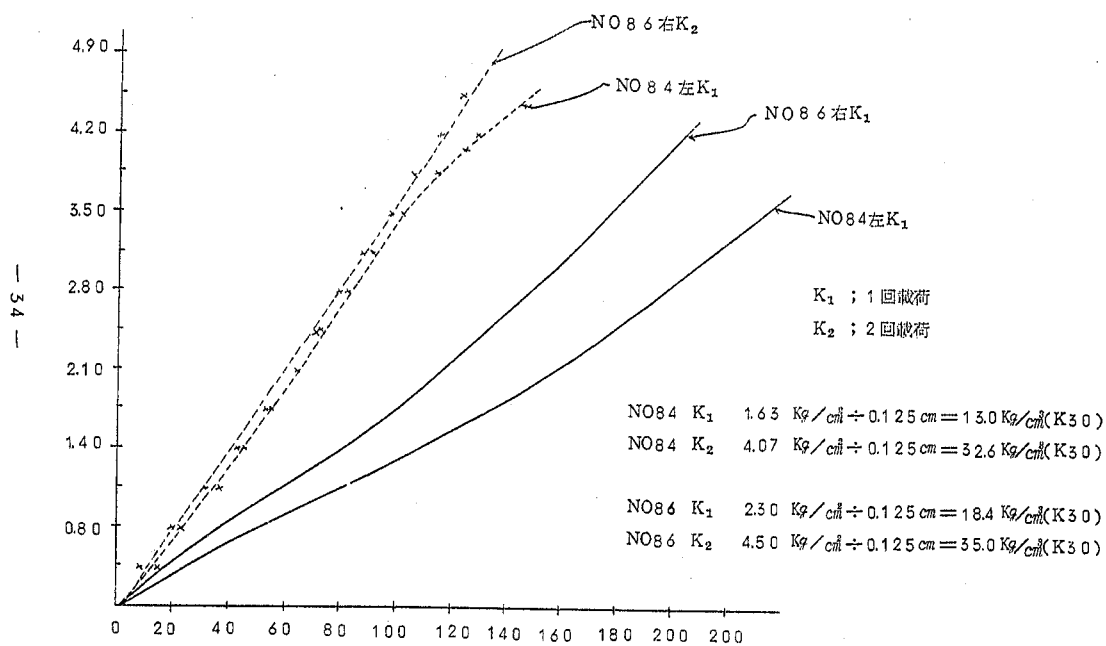


図-13 道路の平板載荷試験

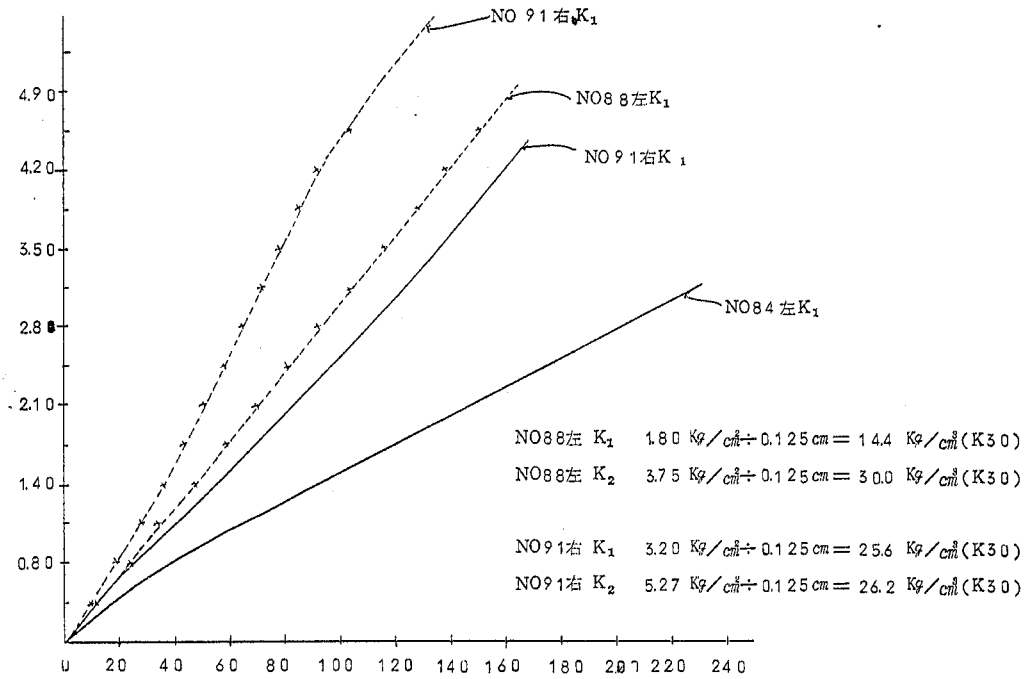


図-14 道路の平板載荷試験

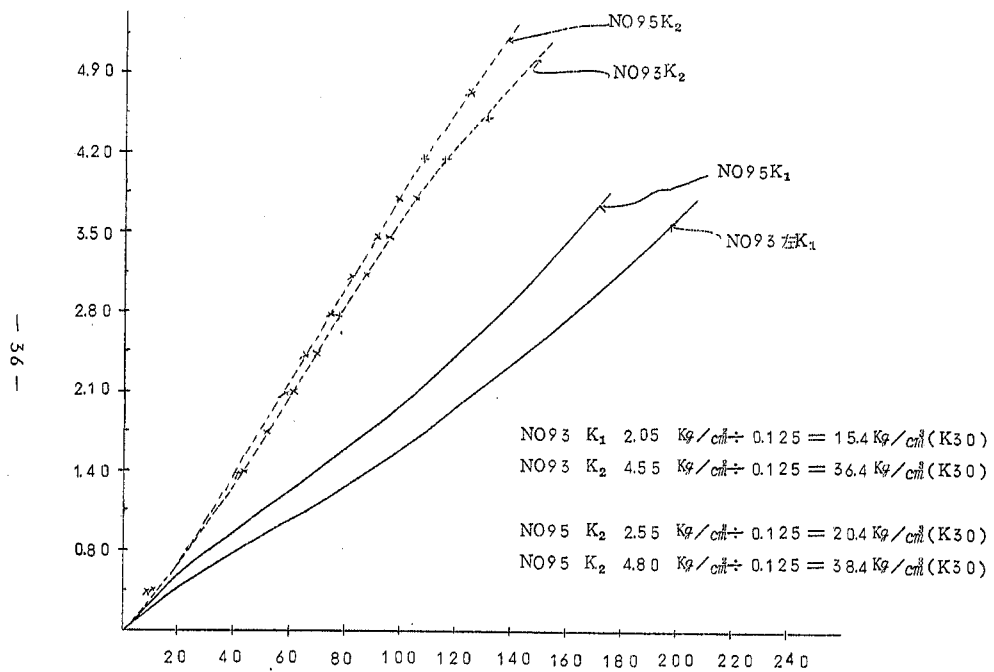
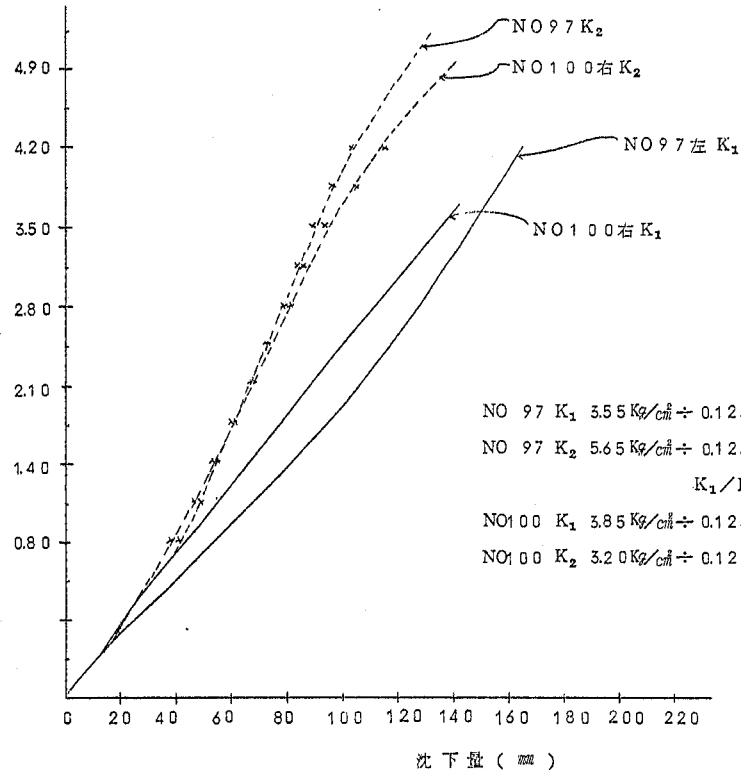


図-15 道路の平板載荷試験



NO 97 K₁ $3.55 \text{ Kg/cm}^2 \div 0.125 \text{ cm} = 38.4 \text{ Kg/cm}^3 (\text{K} 30)$
 NO 97 K₂ $5.65 \text{ Kg/cm}^2 \div 0.125 \text{ cm} = 45.2 \text{ Kg/cm}^3 (\text{K} 30)$
 $K_1 / K_2 \times 100 =$
 NO100 K₁ $3.85 \text{ Kg/cm}^2 \div 0.125 \text{ cm} = 32.9 \text{ Kg/cm}^3 (\text{K} 30)$
 NO100 K₂ $3.20 \text{ Kg/cm}^2 \div 0.125 \text{ cm} = 41.6 \text{ Kg/cm}^3 (\text{K} 30)$

写 真 - 6



写真6は切砕上の支持力試験(平板底荷試験)である。荷重はマカダムローラーを使用。

移動しなければならない。安定処理用の機械としては、一般に汰型のもので混合の均一性が良好である。そして中央プラントによる方式は、移動ミキサーによるよりも混合の均一度が高い。

また練り混ぜ時間は1分30秒であつた。

7-2 舗 設

合材はダンプで舗装現場まで運搬され、人力で敷き均しを行う。

中央混合プラント方式は、中央プラントにおいてソイルセメントを作成して、ダンプトラックにより現地に運搬(所要時間15~20分)し、敷き均し転圧すれば良いから、せまい道路に於ても施工可能であり、かつ必要に応じて2層にでも、3層にでも施工することができるのが特徴である。しかしプラントが固定されているため、施工場所がプラントより長距離にわたるときには、適当な広さの場所を物色してプラントを

コンクリートとは異なり含水比が低いので敷き均しは割合に楽である。敷き均し厚さは5cmの余盛をみて木製の定規にて平らに敷き均しを行う。均き均し後、自走式のタイヤローラーにて5回程度締固めその後人力で不陸直しを行ない、規格の横断勾配(1.5%)際に整形し最後にマカダムローラーを用い5回程度締固め仕上げる。

注) スベリ止め工法を施工中の区間は不陸整正の後4号(30~20mm)をバラまき写真-7.8.9のように転圧終了した。

7-3 養生

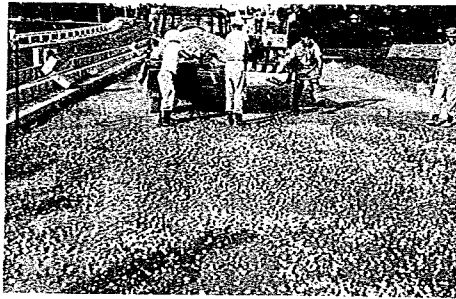
締固め終了後、手動式アスファルトスプレーヤーによりアスファルト乳剤(PE-3) $1.0 \ell / m^2$ を散布し被膜し追ってアスファルト舗装を施工した。この理由は、ソイルセメント層は通常重い交通車両に対して、曲げ応力の点からは安全率は非常に小さい値になっている。曲げによる抵抗を大にしようとするれば、セメント量が大となり、その結果硬化収縮量が大となつて、温度変化、含水量の変化による体積変化と相ともなつて口が大きく開くひびわれが発生する。口が大きく開くひびわれを防ぐことを目的とすれば、セメント量はあまり大にしてはならない。このためにソイルセメントは圧縮強度も曲げ強さも比較的小になるようにつくられるのである。

したがって交通荷重や気象変化の影響により、ソイルセメント層には小さなひびわれが数多く発生することが予想されるし、また口の大きく開かないひびわれであれば、実用上さしつかえないという考え方のもとになりたっている。

ソイルセメント層は施工後1週間は交通に開放しないで養生することが原則であつた。しかし最近は交通事情により1週間の養生が困難となり、少しでも早く交通開放を要請されることが多い。

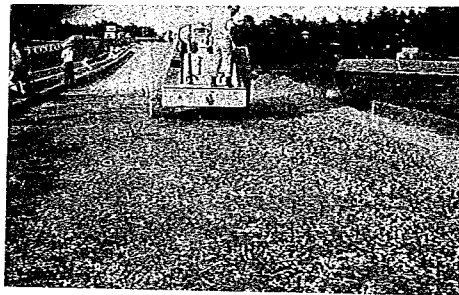
ソイルセメントは根本的には小さなひびわれは数多く入つてもかまわないし、また小さなひびわれを数多く発生させて、大きなひび

写 真 ー 7



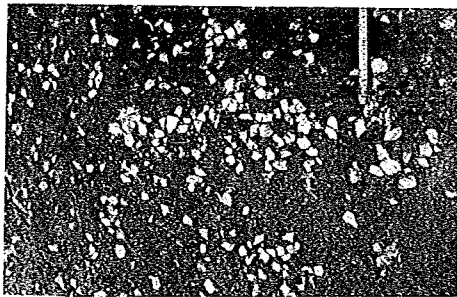
ソイルセメント施工後碎石(30~20mm)をバラまきスベリ止め
工法を施工中である。

写 真 ー 8



マカダムローラーにて転圧中である。

写 真 — 9



転圧終了後の状態の写真である。

われの発生を防ぐという考え方であるので、養生期間をおかずにすぐ交通開放してもさしつかえないはずである。施工後あまり時間が経過しない間は、セメントの硬化はあまり進んでないし、層としての支持力も小さいから、交通開放により小さなひびわれが多く発生するであろう。

将来入るべきひびわれは初めから入れておいた方が小さいひびわれですむであろうから、セメントの硬化に対しては多少の不利がたとえあつたとしても、実用上はさしつかえないということになる。

実際現場に於て即時開放による害はとくにないようであるので、養生期間問題はさしつかえないようである。ただソイルセメントそのままでの交通開放は、交通車両による摩耗に弱いのでソイルセメント層の施工に引続き表層を施工した。

8-現場管理試験及びその結果

8-1 概要

§7迄配合試験や施工方法について述べてきたが、品質の調査についてはここでまとめて取り上げることとする。いうまでもないことであるがソイルセメントの施工にかゝらず品質管理は重要であるが、試験項目は表-13の通りである。

表-13 管理試験

試験項目	試験内容	測定頻度
○含水量試験	ソイルセメント合材の含水比率	1ブロック5回
○一軸圧縮強度	目標強度に対する検定	1ブロック4回
○砂置換法による単位体積重量試験	舗装厚さ及び乾燥密度 含水量	500m ² に1回
○合材のセメント含有量	セメント量を求める。	1ブロック5点

8-2 試験結果

ソイルセメント合材の含有量の測定は土木研究所の舗装研究室より来現して首都国道工事々務所試験室に於て実施し、その結果及びその他の結果は次に示す通りである。

8-2-1 粒 度

使用骨材の合成粒度は図-16に示す通りである。図-16によりわかるように2.5mm通過が少なく、粒度範囲よりとび出ている。しかし2.5mm附近を上限に近ずけると0.4mmの砂の部分の通過が多く、上限をとび出す結果となる。したがって合成粒度としてはこれを用いて施工した。

図-16 テソイルセメント合成粒度

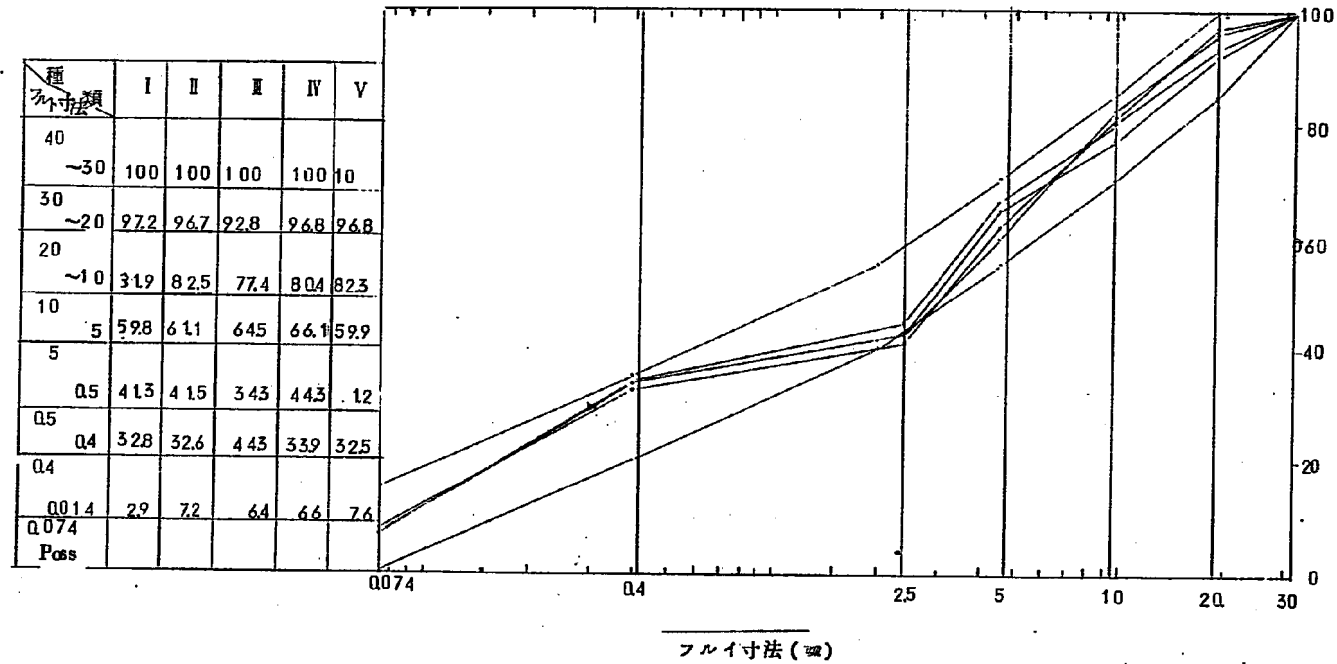


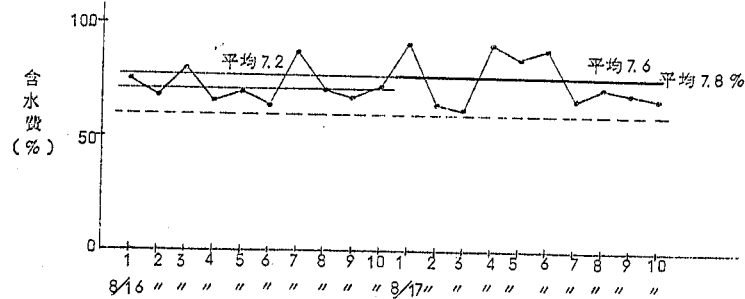
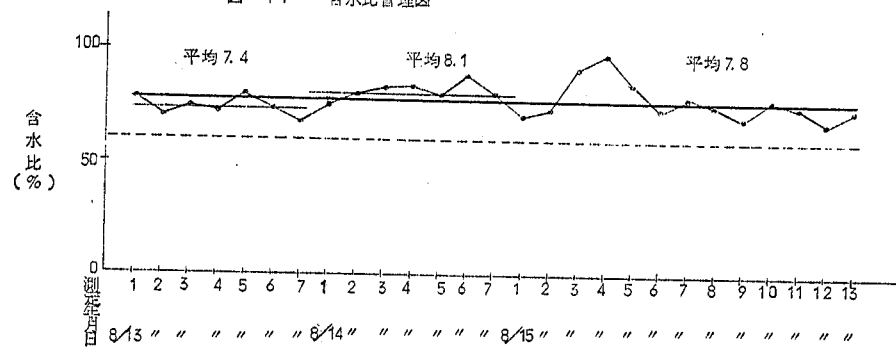
表-14 ソイルセメント現場に於ける含水比測定結果総括表

年月日 測定 番号	40. 8. 13	40. 8. 14	40. 8. 15	40. 8. 16	40. 8. 17
1	7.7 (%)	7.6 (%)	7.1 (%)	7.4 (%)	9.1 (%)
2	7.0	8.0	7.3	6.7	6.5
3	7.5	8.3	9.2	8.0	6.2
4	7.4	8.3	9.9	6.6	9.1
5	8.0	8.0	8.5	7.0	8.5
6	7.3	8.7	7.3	6.4	8.9
7	6.6	8.0	7.9	8.7	6.7
8	—	—	7.6	7.1	7.2
9	—	—	7.0	6.7	7.1
10	—	—	7.8	7.3	6.8
11	—	—	7.5	—	—
12	—	—	6.8	—	—
13	—	—	7.6	—	—

含水比

$$= \frac{\text{湿润重量} - \text{乾燥重量}}{\text{乾燥重量}} \times 100$$

图-1 / 含水比管理图



8-2-2 含水比

搬入骨材の含水量は1日に2回以上測定する。含水量の許容範囲は示方含水量(OMC 8.7%)の±2%以内とする。試験結果は表-14及び図-17に示す通りである。

図-17よりわかるようにOMC 8%の±2%以内が許容含水比の範囲内であり、各日々の変化は少なく、全平均7.8%に対し最大平均値0.1%で差が0.3%、最少平均値7.2%で差が0.6%であつた。現場施工に際し、施工を完了するまで(プライムコート終了)だいぶ時間(約2時間)がかかり、夏期で晴天のため、ソイルセメント表面の乾燥はげしく、散水しながら、転在(締固め)を完了した。

8-2-3 一軸圧縮強度試験

供試体の作成はJISA 1210 土の突き固め試験方法での試験用具を用い、試料は3層にわけてつめ、各25回ランマーで突き固め作成した。供試体の養生はパラフィンにて、シールして6日間空中で養生しパラフィンのシールをはずし、1日水浸し、7日にて圧縮強度試験を実施した。その結果を表-15に示す。

表-15 ソイルセメント一軸圧縮強度試験

製作年月日	試験年月日	含水量	乾燥密度	一軸圧縮強度	平均値	セメント量	
40. 8.13.	40. 8.20	6.5	2.086	59.2		50	$59.1 \times \frac{R}{X} \times 100$
"	"	"	2.054	41.4		"	$59.1 \times \frac{79}{51.5} \times 100$
"	"	"	2.073	53.1	51.5	"	
"	"	"	2.073	59.1		"	= 20.5
"	"	"	2.103	64.7		"	
"	"	"	2.067	59.2	61.0	"	

製作年月日	試験年月日	含水比	乾燥密度	一軸圧縮強度	平均値	セメント量	試験誤差
40. 8. 14	40. 8. 21	8.5	2.071	4.14		50	$591 \times \frac{117}{464} \times 100$ = 149
"	"	"	2.066	4.46		"	
"	"	"	2.112	5.31	61.0	"	
40. 8. 14	40. 8. 21	8.2	2.062	4.33		"	$591 \times \frac{331}{595}$ = 146
"	"	"	2.091	50.3		"	
"	"	"	2.124	76.4	59.3	"	
40. 8. 15	40. 8. 22	8.4	2.063	4.14		3.5	$591 \times \frac{90}{365}$ = 14.6
"	"	"	2.059	35.7		"	
"	"	"	2.061	32.4	36.5	"	
40. 8. 15	40. 8. 22	8.1	2.037	2.74		"	$591 \times \frac{20}{285}$ = 4.2
"	"	"	2.051	28.0		"	
"	"	"	2.044	29.4	28.3	"	
40. 8. 15	40. 8. 22	8.1	2.045	34.4		"	$887 \times \frac{112}{40}$ = 24.8
"	"	"	2.045	45.6		"	
"	"	"	2.087	54.6	40.0	"	
40. 8. 15	40. 8. 22	8.0	2.045	54.0		"	$387 \times \frac{04}{45}$ = 08
"	"	"	2.045	43.2		"	
"	"	"	2.087	42.8	43.0	"	
40. 8. 16	40. 8. 23	8.2	2.041	2.75		"	$591 \times \frac{78}{315}$ = 14.6
"	"	"	2.059	35.3		"	
"	"	"	2.052	31.7	31.5	"	
40. 8. 16	40. 8. 23	8.5	2.038	2.76		"	$591 \times \frac{22}{273}$ = 4.8
"	"	"	2.051	26.1		"	
"	"	"	2.069	28.3	27.3	"	
40. 8. 16	40. 8. 23	8.2	2.023	25.6		"	$591 \times \frac{82}{307}$ = 15.8
"	"	"	2.067	33.8		"	
"	"	"	2.054	32.7	30.7	"	
40. 8. 16	40. 8. 23	8.3	2.067	32.7		"	$591 \times \frac{76}{289}$ = 15.5
"	"	"	2.008	28.8		"	
"	"	"	2.014	25.1	28.9	"	

製作年月日	試験年月日	含水比	乾燥密度	一軸圧縮強度	平均値	セメント量	試験誤差
40. 8. 17	40. 8. 23	8.1	2.085	6.42		5.0	
"	"	"	2.102	7.35		"	$5.91 \times \frac{9.9}{7.06}$
"	"	"	2.099	7.41	7.06	"	= 8.3
40. 8. 17	40. 8. 23	8.4	2.083	6.47		"	
"	"	"	2.070	4.65		"	$5.91 \times \frac{18.2}{5.66}$
"	"	"	2.074	5.86	5.66	"	= 120
40. 8. 17	40. 8. 23	8.5	2.106	5.24		"	
"	"	"	2.083	4.85		"	$5.91 \times \frac{5.8}{4.92}$
"	"	"	2.075	4.66	4.92	"	= 6.7
40. 8. 17	40. 8. 23	8.5	2.082	4.36		"	
"	"	"	2.103	5.46		"	$5.91 \times \frac{11.0}{5.07}$
"	"	"	2.096	5.40	5.07	"	= 128

セメント量 5%の平均値は5.62

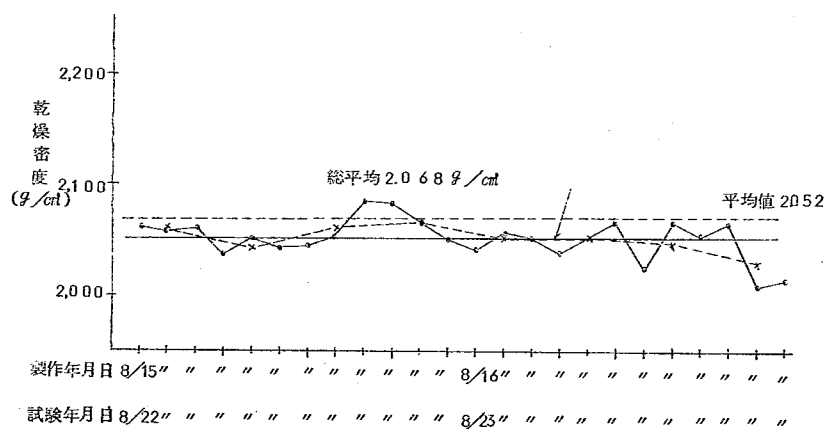
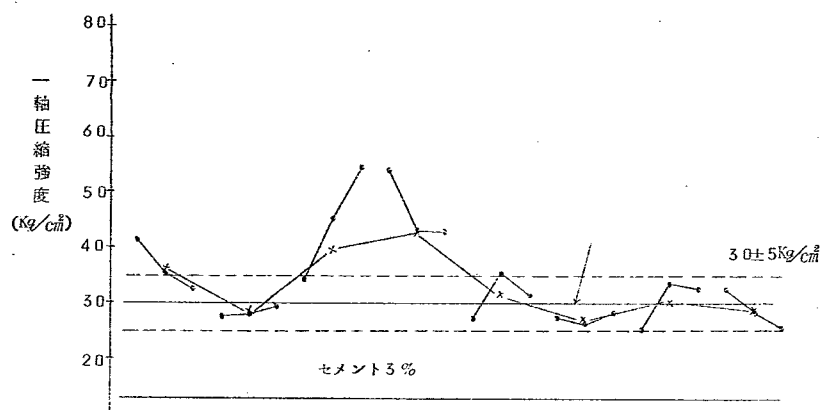
" 3.5% " 3.33

表-15、図-18よりわかるように一軸圧縮強度(σ₇)範囲50±5kg/cm²は平均値8ヶ中4個5割が合格、他の5割は55~60kg/cm²の範囲に3個、60~70kg/cm²に1個の割合で分散している。個々を見るとバラツキが多く、±5kg/cm²以内の範囲で施工を管理することは困難な事がわかる。

資料1回を見ても試験誤差で3.3%~0.8%と範囲が広く非常にバラツキが多い。平均値は13.5%で良質のコンクリート舗装、その他アスファルト舗装等でも3~5%である。したがって平均値13.5%は変動が大きすぎて、目標強度の±5kg/cm²の範囲ぎりぎりである。

又乾燥密度はセメント含有量=3.5%で2.052g/cm³、5.0%で2.085g/cm³であり、全体を平均すると2.068g/cm³である。

図-18 ソイルセメント一軸圧縮強度



8-2-4 砂置換法による単位体積重量試験

舗設現場において締固め終了後、砂置換法により乾燥密度を測定した。試験法はJISA1214に従った。試験用の砂は利根川産の2.00mm、篩通過0.42mm篩残留の砂を使用し平均単位体積重量は 1.32 g/cm^3 であり、含水比および乾燥密度の測定頻度は 50 m^2 に1個の割合にて測定（特記仕様書による）した。その結果は表-16 現場に於ける土の砂置換法による単位体積重量の測定結果表に示す。

表-16 現場に於ける砂置換法による単位体積重量測定結果

種別 測点	土の湿度 単位体積重量	含水比	土の乾燥 単位体積重量
点 85	2.284 g/cm^3	7.7	2.103 g/m^3
点 88+5m	2.226	7.5	2.066
点 90	2.293	7.7	2.130
点 93+10m	2.273	7.7	2.098
点 99+10m	2.219	7.4	2.049
平均値		7.6	2.089

表-16よりソイルセメントの乾燥単位体積重量の平均値は 2.089 g/cm^3 であり、実際各打設日供試体の平均値は 2.068 g/cm^3 で供試体に対する締固め度は $2.089 / 2.068 \times 100 = 101\%$ であつた

砂置換による単位体積重量の測定結果はバラツキが多く最大値 2.130 g/cm^3 最小値 2.049 g/cm^3 で差は 0.081 g/cm^3 であり、砂置換のため多少の試験誤差があるものと想はれる。

8-2-5 合材のセメント含有量

ソイルセメント中のセメント量の定量はセメントコンクリート舗装要綱の附録(3)「滴定法によるセメント安定処理混合物のセメント量試験方法」の二方法に従い行つた。

方法を簡略すると、試料に水250cc フェノールフタレイン溶液を滴びんで約40滴加え、容器に3N-塩酸の容量を読み取り、その容量をビュレットを用いて広口容器に加える。容器内の液の色は消える。このようにして容器に塩酸を滴下し溶液の中和を保つ。この操作を最初に水を加えてから1時間続けた後容器の総重量を0.5gまで測定し、試験前後の重量の差から、基準線を用いて試料のセメント量(%)を決定する。

上記方法に従い行つた結果を表-17、図-19にセメント定量試験結果で示す。

表-17 セメント定量試験結果

ブロック	試料採取位置	試験月日	設計セメント量	HCl重量	セメント量(%)
I	83+ 2.5m S	8.15	3.5%	39.5	3.15
	" 83+17.5m C	"	"	39.0	3.10
	" 84+ 2.5m C	"	"	44.0	3.50
	" 85+12.5m S	"	"	42.0	3.35
	" 85+17.5m C	"	"	40.0	3.22
II	" 87+12.5m C	8.14	5.0%	46.5	4.6
	" 89+12.5m S	8.13	"	44.0	4.4
	" 90+ 2.5m C	"	"	50.0	4.95
	" 90+17.5m S	"	"	43.0	4.3
	" 91+17.5m C	"	"	45.5	4.55

ブロック	試材採取位置		試験月日	設計セメント量	HC ϕ 重量	セメント量(%)
Ⅲ	16.93+	2.5m C	8.16	3.5	39.0	3.05
	" 93+	5.7m S	"	"	38.5	3.05
	" 94+	7.5m S	"	"	42.0	3.3
	" 95+	2.5m C	8.17	"	46.5	3.7
	" 96+	7.5m S	"	"	39.0	3.1
Ⅳ	" 96+1	2.5m C	8.17	5.0	52.0	4.4
	" 98+12.5m	S	"	"	50.0	4.25 噸
	" 99+	7.5m C	"	"	62.0	5.25
	" 99+1	7.5m S	"	"	62.0	5.25
	" 100+1	7.5m C	"	"	62.0	5.25

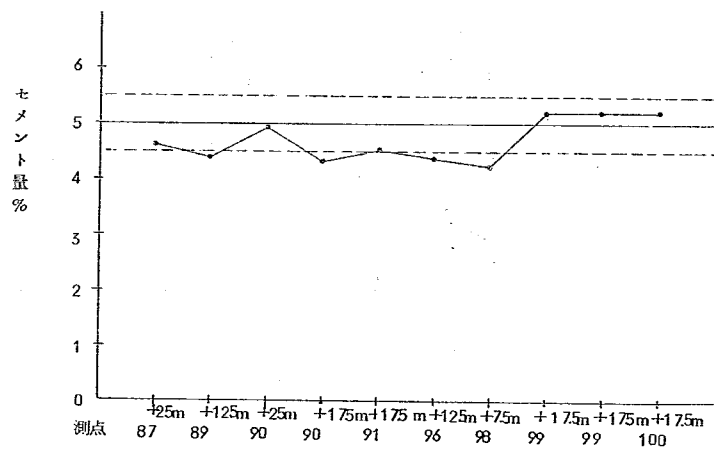
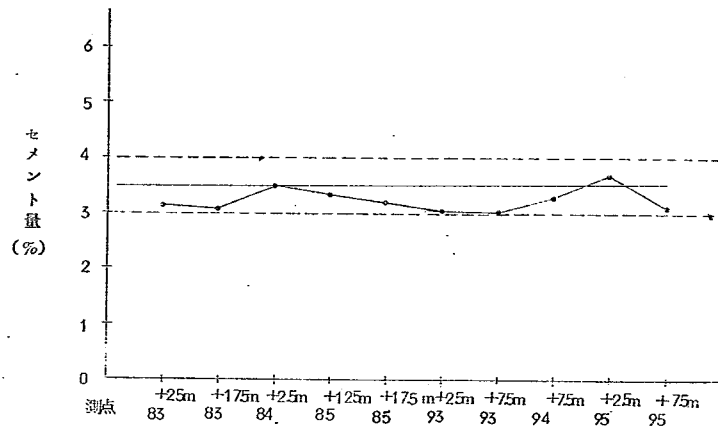
噸印は除く S=路肩車線 C=中央車線

表-17 図-19の試験結果よりわかるように、セメント量の許容範囲は基準セメント量の $\pm 0.5\%$ であり、Ⅰ、Ⅱブロックの基準セメント量は 3.5% であり、許容範囲は $3.0 \sim 4.0\%$ であり範囲内である。又Ⅲ、Ⅳブロックは基準セメント量は 5.0% であり、許容範囲は $4.5 \sim 5.5\%$ であり4個ほどセメント量から $4.25 \sim 4.4\%$ の範囲で少く試験誤差あるいは混合材のセメントの不均一が原因であるものと思われ、全体的にセメント含有量が少ない傾向にあつた。

しかし各ブロックの平均セメント含有量はⅠブロック 3.26% 、Ⅱブロック 3.24% 、Ⅲブロック 4.59% 、Ⅳブロック 4.96% であつた。

以上セメント定量結果について述べたが本工事は試験舗装で一週強度 $30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ 、 $50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ の範囲内に入ることを目標としている。したがつて強度の点より考慮した場合は各目標強度より全部上廻っているのでセメント含有量は少ないが別に問題はないように思われる。

図-19 セメント定量試験結果



基準線の決定

基準線の決定はセメント5%を含む試料について試験を2回行ない、塩酸の重量の平均をグラフにおとし、図-20に示すように原点と直線とを結ぶ。基準線は原則として1日1回作成した。

写 真 - 10



写真-10 セメント量分析試験
(HClによる滴定分析試験中)

図-20 基準線

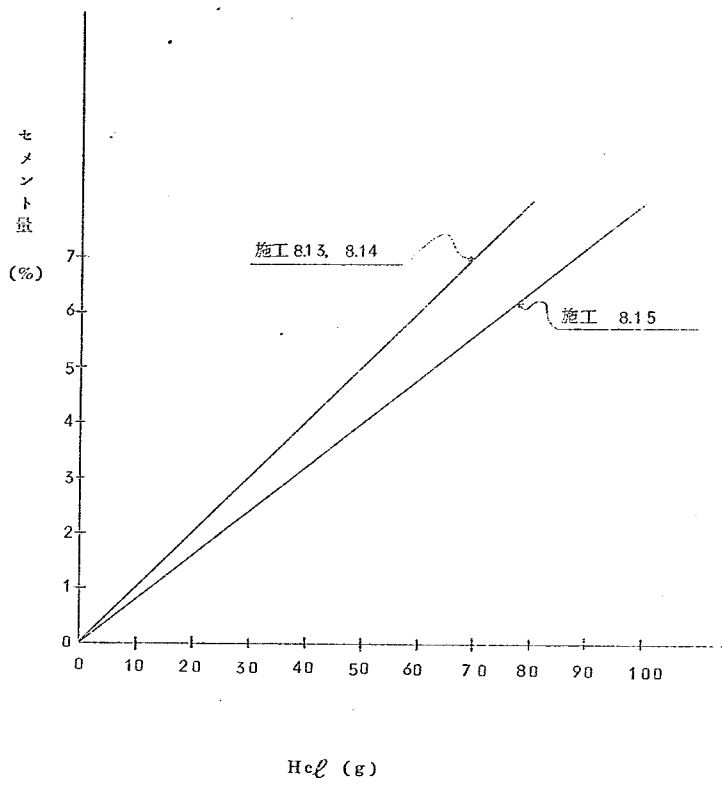
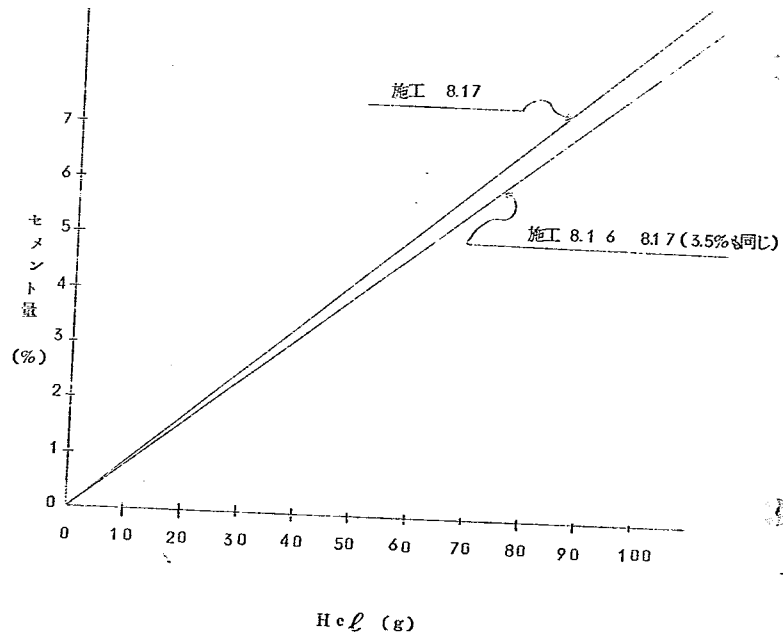


図 - 20 基 準 線



9. アスファルト舗装

これ迄に述べたごとく下層路盤及び上層路盤が出来上がったのでこの上にアスファルト舗装を施工する。

9-1 アスファルト

アスファルトはストレートアスファルト針入度60~80を用い表-18に試験結果を示す。針入度(25℃)79で合格範囲内に入っている。シェル石油株式会社のアスファルトを使用した。

9-2 粗骨材及び細骨材

碎石はJISA5001の規定に合格しなければならない。碎石のJIS規格は次のようである。

玄武岩、安山岩、硬質砂岩、硬質石灰岩、またはこれに準ずる石質を有する岩石または玉石を破碎したもので、均等質であり清浄、強硬、耐久的であつて扁平又は極端に細長いものを含んでいてはならない。

9-2-1 碎石の材質は次に示す

碎石の比重および吸水量

比 重	2.50以上
吸 水 量	3.0%以下
スリヘリ減量	別表による

注 表層用碎石としては石灰岩質のものが使用されてきたが、将来は他の岩質の碎石も使用されるであろう。この場合、耐剥離性が懸念されるときは、

昭和 40 年 6 月 30 日

Tohiwa Kogyo K.K 殿

東京都千代田区丸の内2-3
東京ビルディング内
東京都中央郵便局私信箱才1239号
電話 大代表212-4371
直 通212-4086~7

品名 Straight Asphalt 60/80 (Mexphalte)

試 験 番 号	65-218	数	量
試 験 月 日		荷	姿

比重 (25/25℃)	1.022	フラス脆化点 (℃)	—
軟化点 (R&B) (℃)	50.0	蒸発減量 (%wt)	0.09
針 入 度 (25℃)	79	加熱後の針入度の減少 (%)	9.2
伸 度 (cm / 25℃)	+100	引 火 点 (℃)	312
粘度相当温度 E.V.T. 20000cs. (℃)	—	四塩化炭素可溶分 (%wt)	99.8
" 2,000cs. (℃)	—	針入度指数	-0.1
" 200cs. (℃)	—		

備 考

試験を行つて剥離性の少ないことを確かめてから使用するのが良い。

碎石のスリヘリ減量

碎石の呼び方	スリヘリ減量	
	ドバル試験による場合	ロサンゼルス試験による場合
1 号	10 以下	5.35 以下
2 号	10 "	3.5 "
3 号	15 "	3.5 "
4 号	15 "	3.5 "
5 号	20 "	4.0 "
6 号	20 "	4.0 "
7 号	20 "	4.0 "
8 号	10 "	3.5 "
9 号	15 "	3.5 "
原石灰石	7 "	" - "

粗骨材は2.38mmフルイ残留7号までの平均比重2.687であり細骨材2.38mm通過分は2.595又鉄物質のファイラーの比重は2.796であつた。又碎石のスリヘリ減量の試験は実施しなかつた。

9-2-2 碎石の粒度

碎石の粒度は表-19に示す通りであり又図21の粒度加積曲線が示すように碎石の粒度加積曲線は全部合格範囲内にある。粗骨材(碎石)の産地は栃木県安蘇郡葛生町地先のものを使用した。又細骨材は利根川産のものを使用した。

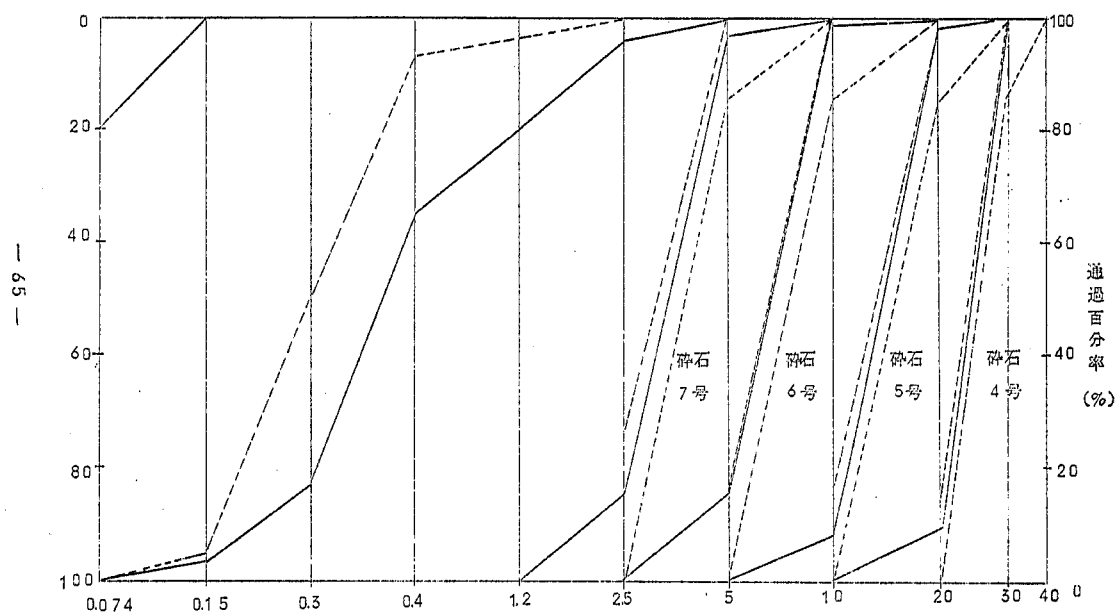
9-2-3 ファイラー

ファイラーは石灰岩、火成岩類を粉碎したものなどであり、完全に乾燥しており、微粒子が団粒になつたものがあつてはならない。

表- 19 碎石の篩分け試験結果表

	4 号		5 号		6 号		7 号		粗 砂		細 砂		ファイラー	
30	100	0	100	0										
30 ~ 20	9.4	90.6	97.9	2.1	100	0								
20 ~ 10	0	100.0	7.5	92.5	98.9	1.1	100	0	100					
10 ~ 5			0	100.0	15.0	85.0	96.7	3.3	100	0	100	0		
5 ~ 2.5					0	100.0	15.1	84.9	95.7	4.3	99.5	0.5		
2.5 ~ 1.2							0	100.0	—		—			
1.2 ~ 0.6									65.0	35.0	92.8	7.2		
0.6 ~ 0.3									16.8	83.2	49.6	50.4		
0.3 ~ 0.15									2.9	97.1	3.2	96.8	100	0
0.15 ~ 0.075									0.7	99.3	0.4	99.6	80.0	90.0
—									0	100	0	100	0	100

图-21 粒度加积曲线图



粒度は表 20 を標準とする

表-20 ファイラーの粒度の標準

通過フルイ	通過量の重量百分率	試験結果
0.6mm	100	100
0.15mm	90以上	100
0.075mm	65以上	80.0

試験結果は上記に示す通りで、0.075mmフルイが80.0% 通過であった。

9-3 示方配合

上記粗骨材、細骨材、ファイラーおよびアスファルトを用い試験練りを行つた。

アスファルトは密粒式を採用、示方配合は表-21に示す通りである。

表-21 (密粒式試験舗装示方配合)

アスファルト	6%	細砂	12.4%
ファイラー	6%	7号	16.8%
粗砂	19.7%	6号	39.1%

また標準粒度範囲は図-22に示す通りである。

9-4 骨材の配合比決定及び合成粒度

骨材(6号、7号碎石及び粗砂、細砂)をファイダーのゲートの開きを調節し、ベルコンで運搬、コールドエレベーターで、ドライヤに送り、ホットエレベーターで振動フルイにかけ各ホットビンにストックする。各ビン毎に篩分けを実施し、所要の目標粒度に合うように合成する。

各ビン篩分け結果は表-22に示す。

圖-2.2標準 粒度範圍

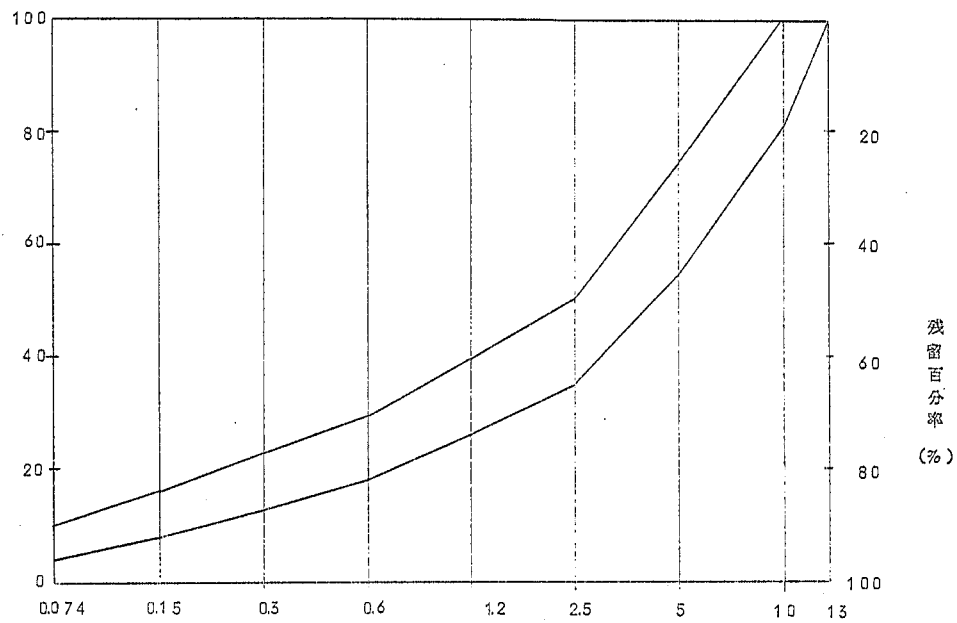


表-22 ホットビン篩分け結果

ホットビン フルイ寸法(φmm)	2ビン	3ビン	4ビン	石粉
13	100			
13 ~ 10	92.7	100		
10 ~ 5	9.5	91.3	100	
5 ~ 2.5		8.9	94.5	
2.5 ~ 0.6			55.0	
0.6 ~ 0.3			24.8	
0.3 ~ 0.15			10.4	100
0.15 ~ 0.074			3.6	80

次に各ビンの配合比の決定は予定粒度と使用予定骨材の粒度図をえがくと図-23に示す通りで、使用予定骨材の配合百分率を決定しその結果2ビン35%、3ビン24%、4ビン35%、石粉6%とした。

使用予定骨材間に、とくに比重の差の大きいものがあるので、比重によつて補正した配合百分率を用いて、合成粒度を計算した。その結果は表-23、24に示す。

図-23 使用予定骨材の配合百分率の決定図

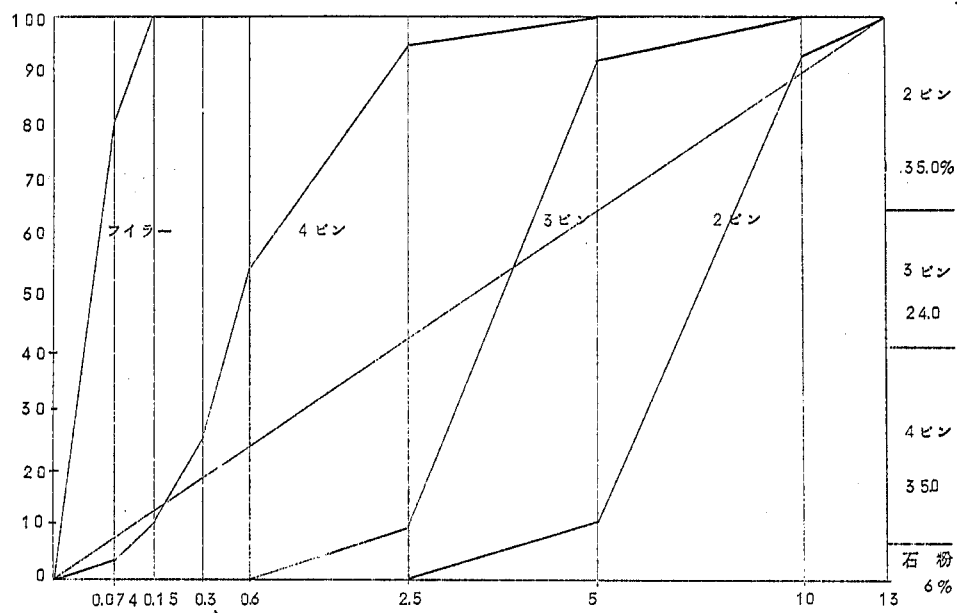


表-23 骨材比重による使用予定ピンの配合率補正表

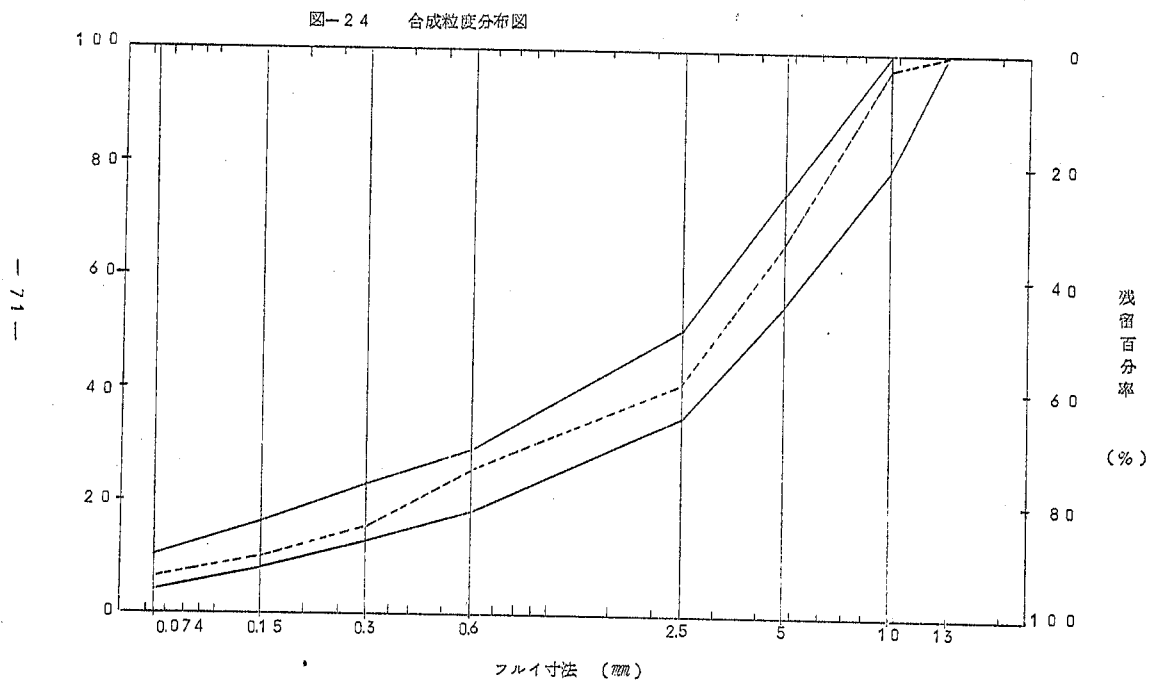
	2ピン	3ピン	4ピン	石粉	計
骨材配合率 (a)	35.0	24.0	35.0	6.0	100
比 重 (b)	2.664	2.677	2.595	2.796	
a X b	93.2	64.2	90.9	16.8	265.1
$\frac{a \times b}{\text{計}} \times 100$	35.1	24.2	34.3	6.4	

表-24 使用予定ホットピンの合成粒度

	2ピン	3ピン	4ピン	石粉					
配合率 %	35.1	24.2	34.3	6.4				通過百分率 %	
補正配合率	35.1	24.2	34.3	6.4	2ピン	3ピン	4ピン	石粉	合成値
13	100								100
13 ~ 10	92.7	100			32.5				97.4
10 ~ 5	95	91.3	100		33	22.1			66.1
5 ~ 2.5		89	94.5			22	32.4		41.0
2.5 ~ 0.6			55.0				18.9		25.3
0.6 ~ 0.3			24.8				8.5		14.9
0.3 ~ 0.15			10.4				3.6		10.0
0.15 ~ 0.075			3.6				1.2	5.1	6.3
									4 ~ 10

次に合成粒度分布図を図-24に示す。

図-24を検討した結果上記合成粒度にて実施することに決定した。



9-5 基準アスファルト量の決定

使用骨材の配合が決つたので、基準アスファルト量を次の方法にて決定した。

- 1) 舗装に応じたアスファルトの種類と使用量の範囲を選ぶ(ストリートアスファルト60~80.6%)
- 2) 使用範囲のアスファルト量を0.5%の差において配合した混合物で、マーシャル試験用供試体をつくる。
- 3) この密度、マーシャル安定度、フロー値を測定する。表-25に試験結果を示す。
- 4) 各供試体はあらかじめ計算した理論最大密度とその密度とから、その空隙率、飽和度を算出する。
- 5) 各供試体のアスファルト量を横軸に、密度、マーシャル安定度、空隙率、飽和度、フロー値を縦軸に、それぞれの関係を算術目盛に落とし、なめらかな曲線で結ぶ。
- 6) この図上で、表-26に示す点でそれぞれのアスファルト量を求め、その平均値を基準アスファルト量とする。その試験結果は表-25、図-25に示す通りである。

表-25 マーシャル試験結果表

供試体 番 号	供試体 高(cm)	空中重量 (g)	水中重量 (g)	容 量 (cm^3)	比 重 (g/cc)	ダイヤル 読 み	安定度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	アスファルト量 (%)
1	6.4	1234	705	529	2.33	77	1082	145	50
2	6.3	1192	683	509	2.34	60	847	21	"
3	6.1	1127	637	490	2.30	51	704	28	"
		理論比重		2.46	2.32		815	24	5.0

供試体 番 号	供試体 高(cm)	空中重さ (g)	水中重さ (g)	容 量 (cm ³)	比 重 (g/cm ³)	ダイヤル 読 み	安定度 (%)	フロー値 (1/100)	アスファルト量 (%)
1	58	1107	634	473	2.34	59	991	137	5.5
2	61	1157	660	497	2.33	50	768	21	"
3	62	1191	681	510	2.34	67	945	21	"
		理論比重		244	2.34		968	27	55
1	60	1173	683	490	2.39	85	1305	29	60
2	63	1216	705	511	2.38	94	1322	28	"
3	59	1133	653	480	2.36	55	885	31	"
		理論比重		2425	2.38		1314	29	
1	64	1231	709	522	2.36	78	1100	41	65
2	60	1141	652	489	2.34	47	723	51	"
3	59	1130	651	479	2.36	60	965	30	"
		理論比重		2407	2.35		929	41	
1	65	1251	724	527	2.37	63	852	54	70
2	59	1143	660	483	2.37	55	885	49	"
3	59	1136	659	477	2.38	60	965	49	"
		理論比重		2889	2.37		901	51	

図-25 アスファルト決定試験結果

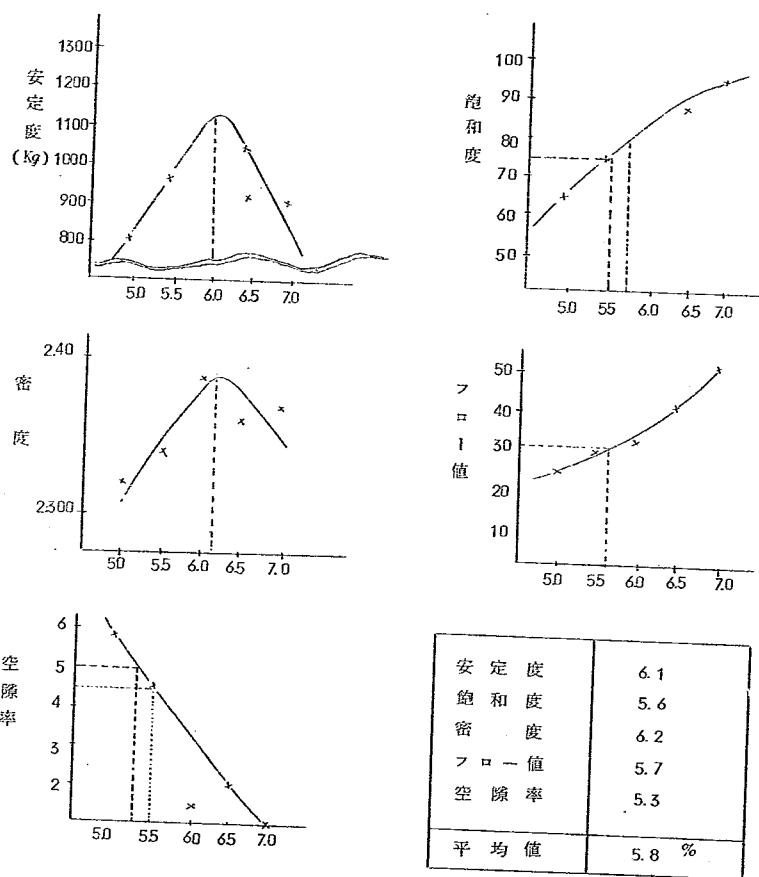


表-24 基準アスファルト量の決定

安定度 (kg)	密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	飽和度	フロー値 (1/100cm)
最高点	最高点	5%	75%	20~40

※ 修正トベカとトベカの中間の粒度範囲で締固め回数50X2である。

9-5-1 配合の最終決定

実施配合は次の様にして最終決定

基準アスファルト量の混合物の性質が、マーシャル試験に対する基準範囲にあるのでこの骨材配合、アスファルト配合を実施配合として決定した。

9-6 アスファルトコンクリート基準密度の決定

プラントにて供試体を午前、午後各1個2日間作製し、密度を測定し平均をもつて基準密度とし現場締固め度の判定に用いる。試験結果は表-27に示す通りである。

表-27 基準密度決定試験表 (S、40.8.11₁₂)

供試体 番 号	供試体 高さm	空中重量 (g)	水中重量 (g)	容 積 (cm ³)	比 重	供試体 番 号	供試体 高さ	空中重量 (g)	水中重量 (g)	容 積 (cm ³)	比 重
1	6.1	1.154	6.56	498	2.32	1	6.3	1.185	678	507	2.34
2	6.3	1.170	668	507	2.31	2	6.3	1.173	667	506	2.32
3	6.5	1.209	688	521	2.32	3	6.6	1.239	705	534	2.31
4	6.2	1.153	658	495	2.33	4	6.4	1.188	674	514	2.31
5	6.4	1.188	681	507	2.34	5	6.4	1.186	672	514	2.31
6	6.0	1.112	637	475	2.34	6	6.2	1.146	653	493	2.32
7	6.2	1.170	666	504	2.32	7	6.0	1.132	646	486	2.33
8	6.6	1.231	703	528	2.33	8	6.3	1.170	672	498	2.35
9	6.3	1.179	666	513	2.30	9	6.3	1.175	668	507	2.32
10	6.3	1.182	675	507	2.33	10	6.1	1.144	647	497	2.30
11	6.3	1.184	676	508	2.33	11	6.2	1.163	664	499	2.33
12	6.2	1.141	656	493	2.33	12	6.5	1.201	685	516	2.33
平均					2.33	総平均					2.33
						平均					2.32

基準密度は8月11日の平均値 $2.33 (g/cm^3)$ 8月12日の平均値 $2.32 (g/cm^3)$ で総平均は $2.33 (g/cm^3)$ であった。

9-7 マーシャル安定度試験及びホットビンの篩分け試験

マーシャル安定度の供試体の作成及び試験は1日1回、1回に3個にて管理を行つた。その結果は表-28に示す。尚表-29、図-25はホットビンの篩分け試験結果を示す。

表-28 マーシャル安定度試験結果

番号	製作日	試験日	供試体高	空中重量	水中重量(例)	容積	比重(実)	比重理論	空隙率%	飽和度%	安定度 ダイヤル	安定度	スプレッド 値(100mm)
1	8.13	8.14	6.11	1.154	656	498	2.32				47	732	22
2			6.5	1.209	688	521	2.32				47	636	25
3			6.4	1.188	681	507	2.34				52	734	28
							2.33	2.432	4.0	74.0		697	25
1	8.14	8.15	6.3	1.173	667	506	2.32				50	705	26
2			6.6	1.239	705	534	2.32				51	610	23
3			6.0	1.132	646	486	2.33				41	629	28
							2.32	2.431	4.6	75.0		675	26
1	8.15	8.16	6.3	1.176	672	504	2.33				50	705	27
2			6.3	1.171	664	505	2.32				45	635	26
3			6.5	1.210	688	522	2.32				46	623	26
							2.32	2.426	4.6	75.0		654	26
1	8.15	8.16	6.5	1.213	690	523	2.32				39	527	31
2			6.3	1.168	664	504	2.32				49	691	29
3			6.4	1.189	676	513	2.32				47	662	27
							2.32	2.426	4.4	75.0		627	27
1	8.16	8.17	5.1	1.158	660	498	2.32				46	793	25
2			6.2	1.163	660	503	2.31				48	704	27
3			5.6	1.088	621	467	2.33				45	794	23
							2.32	2.432	4.5	75.0		746	25

番号	製作試験	供試体高	空中重量	水中重量	容 積	比重(実)	比重(理)	空隙率%	飽和度%	安定度 ダイヤル	安定度 (kg)	フロー値 (1/100cm)
1	8.17 8.18	6.6	1243	714	529	2.35				48	649	25
2		6.7	1244	712	522	2.34				49	645	23
3		6.9	1284	734	550	2.34				56	680	27
						2.34	2.431	3.7	78.8		657	25
4	8.17 8.18	6.4	1201	686	515	2.33				46	648	27
5		6.4	1197	686	511	2.34				48	677	25
6		6.4	1196	683	513	2.33				48	677	25
						2.33	2.431	4.1	76.9		667	26
1	8.18 8.19	5.2	976	558	418	2.33				37	725	33
2		6.5	1213	690	523	2.32				48	650	32
3		6.2	1156	655	501	2.31				43	632	28
						2.32	2.435	4.7	74.2		669	31
4	8.18 8.19	6.0	1268	722	546	2.32				60	753	28
5		6.0	1146	650	496	2.31				42	728	25
6		6.4	1191	682	509	2.34				45	634	27
						2.33	2.427	4.1	77.2		705	27

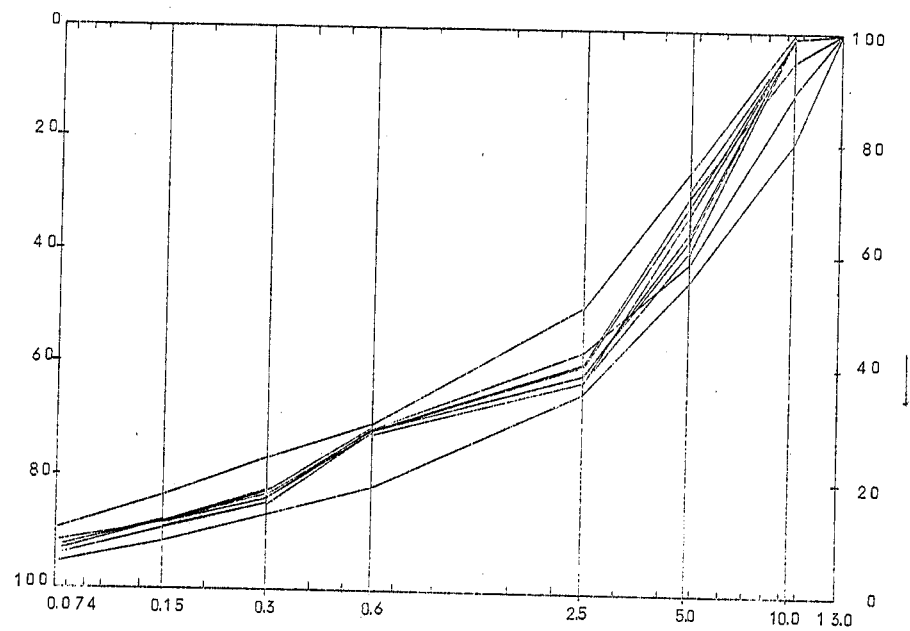
表-28よりわかるようにマーシャル安定度は6日間打設の安定度の平均値より20%以上の変動がない。又フロー値が最適アスファルト量の時の値より7.5%以上の変動がないので管理は良好であつたと思われる。

表-29 ホットビンの篩分け結果

打設 フル寸法	8.13	8.14	8.15	8.15	8.16	8.17	8.17	8.18	8.18
13	100	100	100		100	100		100	100
10	100	99.1	89.5		100	100		95.0	99.0
5	61.9	63.7	58.7		68.1	72.4		70.8	64.0
2.5	38.2	38.2	42.3		38.0	40.5		40.1	37.0
0.6	27.7	27.4	27.8		27.9	28.7		27.5	28.1
0.3	16.8	16.3	15.2		15.2	16.6		14.9	16.2
0.074	6.9	6.5	5.4		6.4	7.6		7.7	6.8
As 率	5.98	5.94	5.95		5.96	5.95		5.91	6.07

※ アスファルト 抽出試験結果

図-26 ホットビンの離分け結果



又合材の粒度は

表-29、図-26よりわかるように所要粒度範囲内に全部入っている。

尚、アスファルト抽出試験によつて得られた変動の範囲は基準アスファルト5.8%の±0.5%以内に入り6%前後で変動は少なく、均一な合材が舗設されたものと思われる。

9-8 コアーによる舗装厚さ及び密度の測定

試験舗装区間をコアーボーリング機械にてコアーを採取した結果は表-30に示す通りである。

表-30 コアー厚さ及び密度

測 点	コアー厚さ	比 重(実)	捺印アスファルト抽出	
			フルイ寸法(25mm)	通過百分率
No 84+10 中心より	4.8 ^{cm}	2.35	13	100
No 85 "	4.8	2.36	10	97.2
No 87+10 肩より	5.4	2.37	5	70.5
No 90+10 "	5.4	2.37	2.5	39.0
" 中心より	5.2	2.37	0.6	27.4
No 94+10 肩より	5.7	2.36	0.3	13.9
No 95+15 中心より	5.5	2.35	0.15	9.1
No 97+15 中心より	5.0	2.36	0.074	5.2
No 100 肩より	7.1	2.35	As	5.95

現場より採取したコアーは基準密度が2.33であるのでいずれの点を見ても100%以上に締固まっている。平均値は2.36で締固め度は101%である。

又アスファルト抽出試験結果はプラントでの抽出試験結果とまったく同じであり、アスファルト量も5.95%であつた。

9-9 タワミ測定

タワミ量の測定はマカダム工法締固め完了後、アスファルト舗装舗設後にベンゲルマン式タワミ計を使用した。調査測定方法は最大沈下量と復元沈下量と2種類あるが今回の測定は復元沈下法に基づいて行つた。

測定箇所は試験舗装巾7mの中心より1.5m左、右に移動した点で中心側(C)と路肩側(S)2箇所を10m間隔にて1ブロック毎に行い、その結果は表-31に示す。

表-3 1 ベンゲルビームによるタワミ量測定結果(軸荷重 4.1 t)

ブロック及び番号		C		S		セメント含有量	セカダム厚
		路盤タワミ量	舗装面タワミ量	路盤タワミ量	舗装面タワミ量		
I ブ ロ ッ ク	1	158	46	302	54	3.5 %	15 cm
	2	164	52	238	60	"	"
	3	150	34	200	70	"	"
	4	140	32	176	52	"	"
	5	108	46	154	42	"	"
	6	112	26	156	32	"	"
	7	116	28	138	40	"	"
	8	112	24	230	44	"	"
	9	120	34	214	42	"	"
平均		131.1	35.8	200.9	48.5	3.5	15
II ブ ロ ッ ク	1	208	30	194	44	5.0	15
	2	166	30	170	40	"	"
	3	118	20	146	56	"	"
	4	128	56	188	48	"	"
	5	138	32	146	50	"	"
	6	172	44	262	56	"	"
	7	162	48	246	64	"	"
	8	122	34	264	58	"	"
	9	180	32	144	46	"	"
平均		154.9	36.2	195.6	51.3	5.0	15

						セメント含有量	マカダム厚
		路盤タワミ量	舗装面タワミ量	路盤タワミ量	舗装面タワミ量		
Ⅲ ブ ロ ッ ク	1	184	52	166	44	3.5	20
	2	152	26	148	38	"	"
	3	186	40	150	52	"	"
	4	166	56	174	40	"	"
	5	166	46	150	56	"	"
	6	136	40	154	58	"	"
	7	146	20	154	30	"	"
	8	160	12	184	34	"	"
	9	130	22	154	32	"	"
平均		158.4	34.9	159.3	42.7	3.5	20
Ⅳ	1	158	18	188	42	5.0	20
	2	128	26	214	32	"	"
	3	168	20	180	36	"	"
	4	178	42	150	36	"	"
	5	154	20	154	28	"	"
	6	162	26	140	30	"	"
	7	198	34	218	22	"	"
	8	—	26	—	38	"	"
	9	—	18	—	30	"	"
平均			25.6	177.7	32.7	5.0	20

図-27 アスファルト舗装の基準線

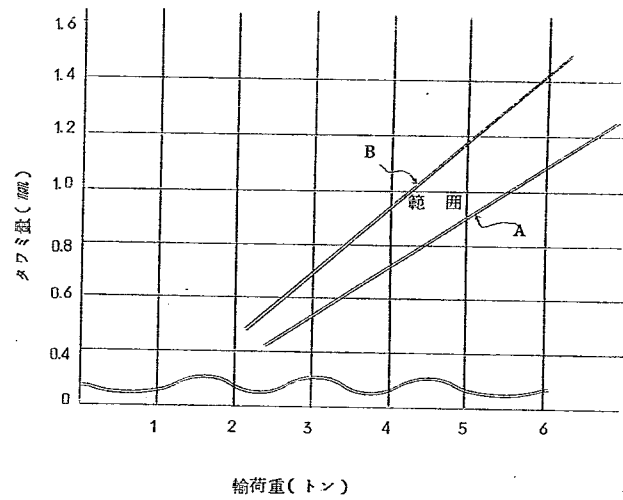


図-28 路盤及びアスファルト舗装タワミ量

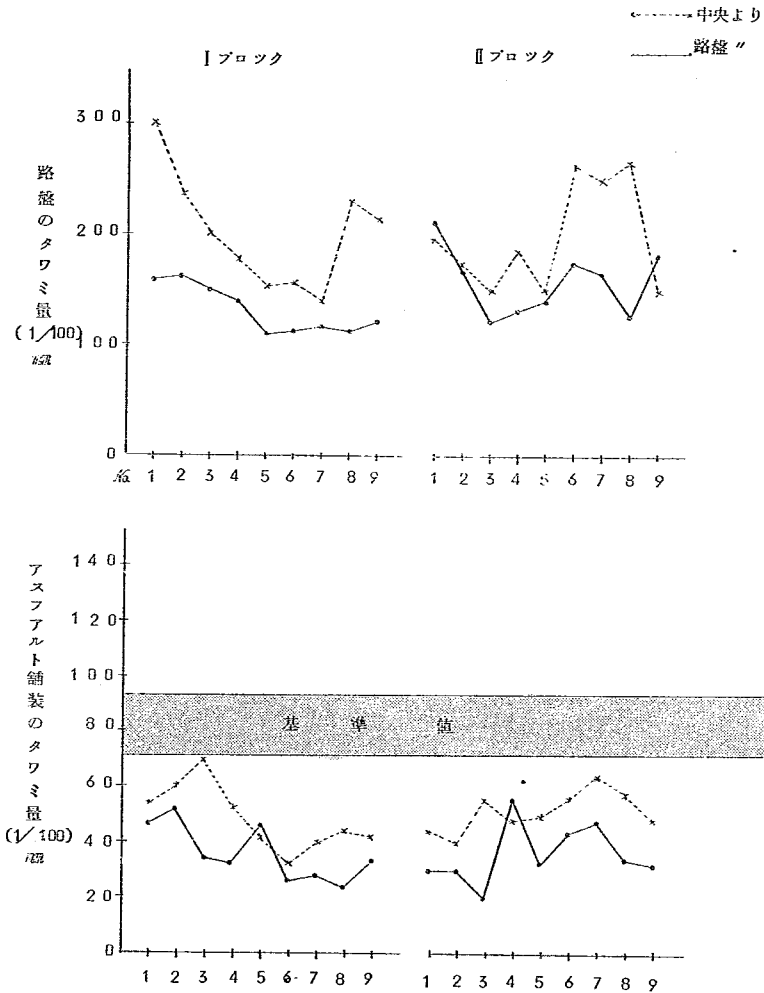
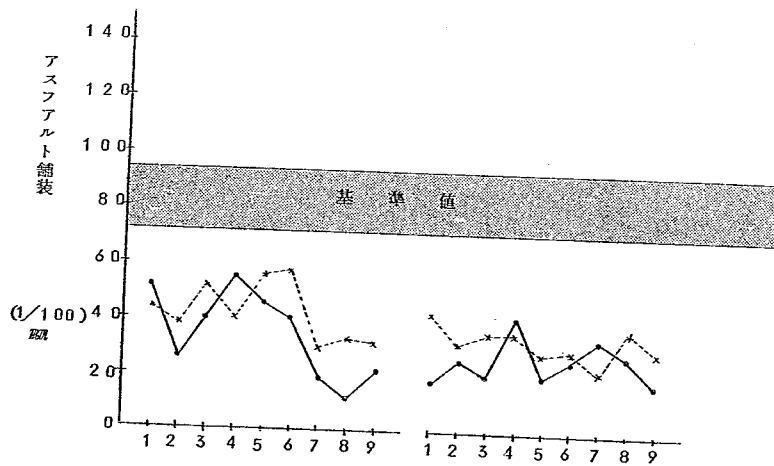
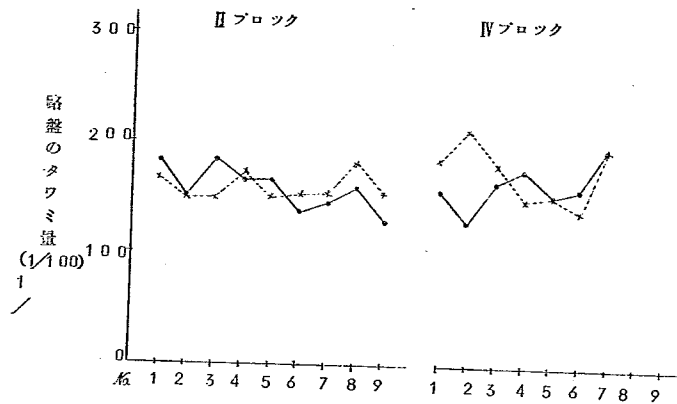


図-28 路盤及びアスファルト舗装タワミ量

-----中央より

——路盤



技術資料によるとアスファルト舗装の場合、タワミ量の許容範囲は輪荷重に応じて図一 2 6 に示す通り $0.5 \text{ mm} \sim 1.4 \text{ mm}$ までとされている。これ以上のタワミ量があるときは修繕打換えを要するとなつてゐるが、表一 3 1、図一 2 8 よりわかるように今回測定した区間は、全部基準線（A線は 0.72 mm ）以下で許容範囲内であつた。

測定時はアスファルト舗装舗設直後、交通開放前であり、路盤もしつかりしてゐるが沈下量が $0.2 \sim 0.7 \text{ mm}$ の範囲内であり、中央側(C)は平均値 0.33 mm 、路肩側(S)は平均値は 0.44 mm であつた。路肩側の方が中央側より沈下量が 0.11 mm 多く路盤の沈下量を見ても路肩側が大きい。これらの影響は路肩側の路盤の締固めが中央側に比し、不足していたように考察される。

〔附記〕

以上の判断は米国の資料等に基づいたものであるがここに得られた結果は数値的な概略の判定には十分価値あるものと思われる。

図一 2 7 に於いて

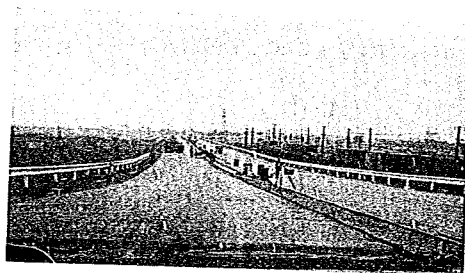
1. 直線 A と直線 B の間に点がプロットされる場合は、オーバーレイ、直線 B をこえる場合は打換工とする。
2. しかし、たわみ量からのみ判定するのは危険であり、特別の場合は点が A、B 間にある時、打換工を、A 以下にある時オーバーレイを行つても良い。
3. ひびわれ等 15% 以上で、たわみ量が A 線より上にプロットされた場合修繕が必要である。打換工はたわみ量の点が B 線より上の場合オーバーレイは点が A B 間にある場合施工する。

写 真 ー 1 1



写真ー11 ベンゲルマンビームによるアスファルト舗装面の
タワミ測定（交通開放前）

写真 12



写真ー12 試験舗装区間竣工（松戸側より金町側を望む。）

10. 結 語

以上は首都国道工事事務局が土木研究所舗装研究室より試験舗装の施工を依頼され、金町バイパス道路工事の1部を試験舗装区間とし請負で施工した。本報告はソイルセメント舗装区間の下層、上層路盤（ソイルセメント）およびアスファルト舗装の施工管理の報告である。本試験舗装区間の施工は永光建設が試験関係は常盤工業KKが行い、施工監督は松戸国道出張所が施工管理は千葉土研、舗装研究室及び首都国道工事事務局調査設計課調査係が担当した。現在土木研究所で舗装体の温度含水、およびヒズミ等測定中である。

尚本試験舗装の施工試験にたずさわった永光建設KK常盤工業KKの皆様には深く感謝する次第である。本報告書の取りまとめは首都国道工事事務局の調査係で行った。

附 記

ソイルセメント試験舗装計画

室内試験結果

首都国道工事事務所

ソイルセメント試験舗装計画（昭和40年5月）

1 概 要

ソイルセメント舗装にしばしば発生する破壊現象のうち主として、ソイルセメントの乾燥収縮、温度伸縮によるヒビワレの発生、および表層とソイルセメント層との間に生ずるスベリによる破壊現象を再現し、ソイルセメント舗装設計の資料とするため土木研究所よりの依頼で金町バイパスに試験舗装を行った。試験条件とし①ソイルセメント7日強度 $50 \pm 5 \text{ Kg/cm}^2$ 、 $30 \pm 5 \text{ Kg/cm}^2$ ②ソイルセメント層の厚さ 15cm、20cm、③上層アスコンの厚さ 5cm、④1区間 90m(巾7m)である。

2 室内試験

室内試験は上記条件の①ソイルセメント7日強度 $50 \pm 5 \text{ Kg/cm}^2$ 、 $30 \pm 5 \text{ Kg/cm}^2$ を満足する配合設計をしなければならない。

本工事に使用予定のソイルセメントの粒度配合は図-1に示す通りであり、使用材料はセメント・碎石、砂からあるがこれ等の配合比を決めるのが配合試験の目的である。この問題については「中央混合方式によるソイルセメントの施工」昭和36年8月発行パンフレットを参考にした。

2-1 材料試験

2-1-1 セメント……チチブ普通ポルトランドセメント

2-1-2 砂……川砂 鬼怒川産を使用

圖 - 1 使用骨材粒度範圍

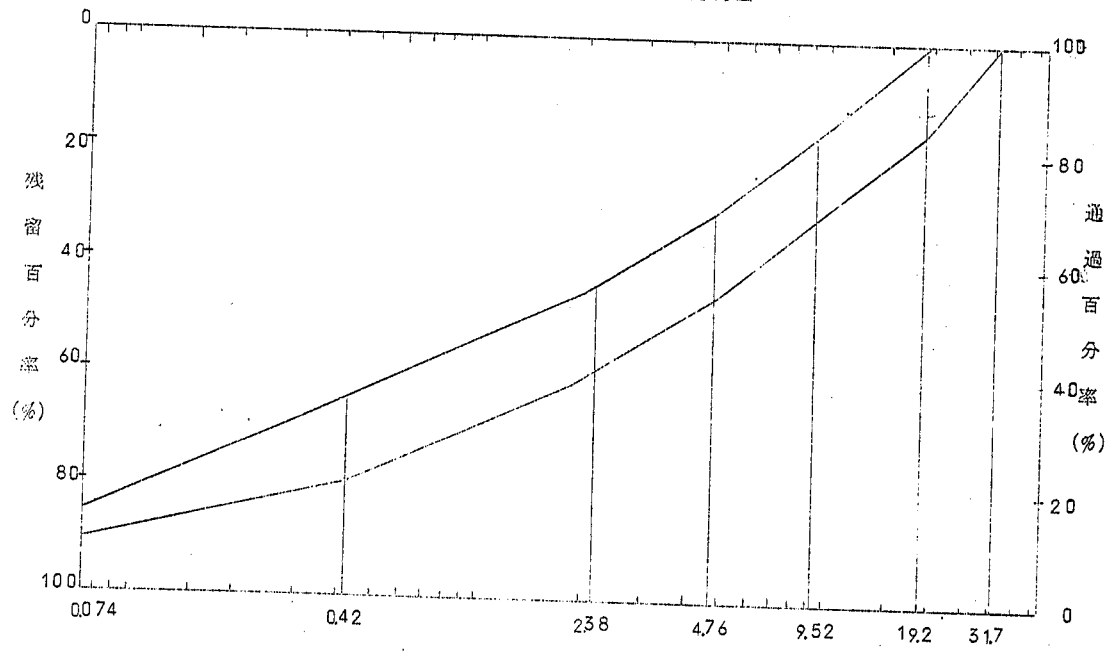
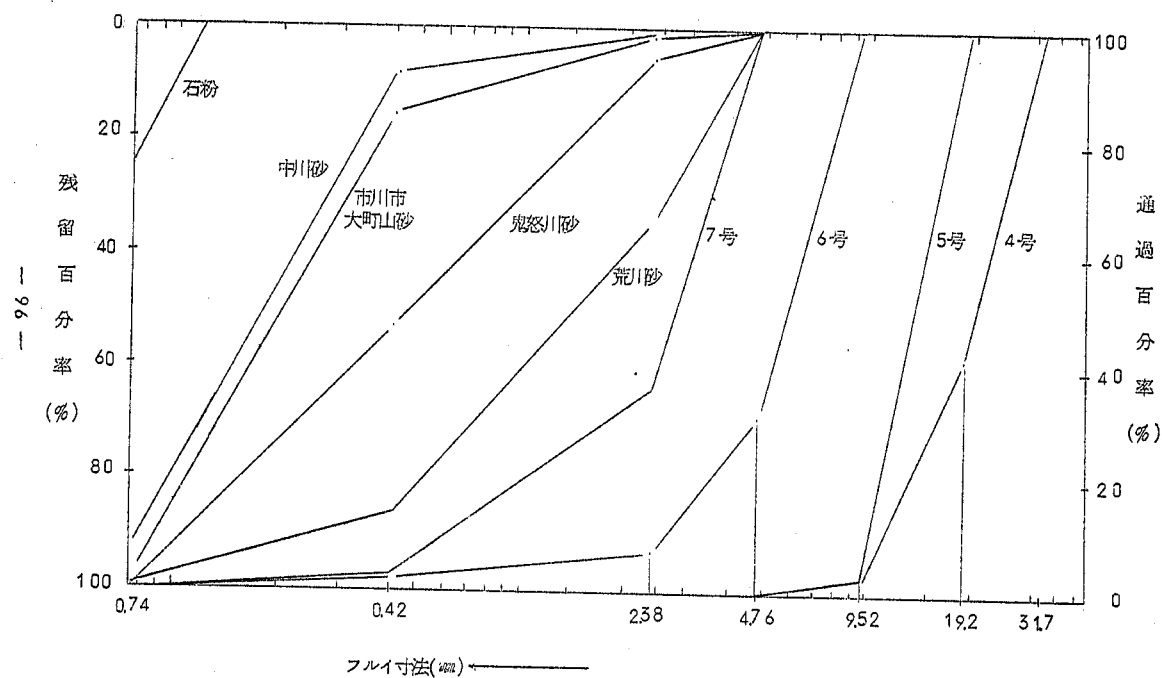


表-1 骨材フルイ分け結果

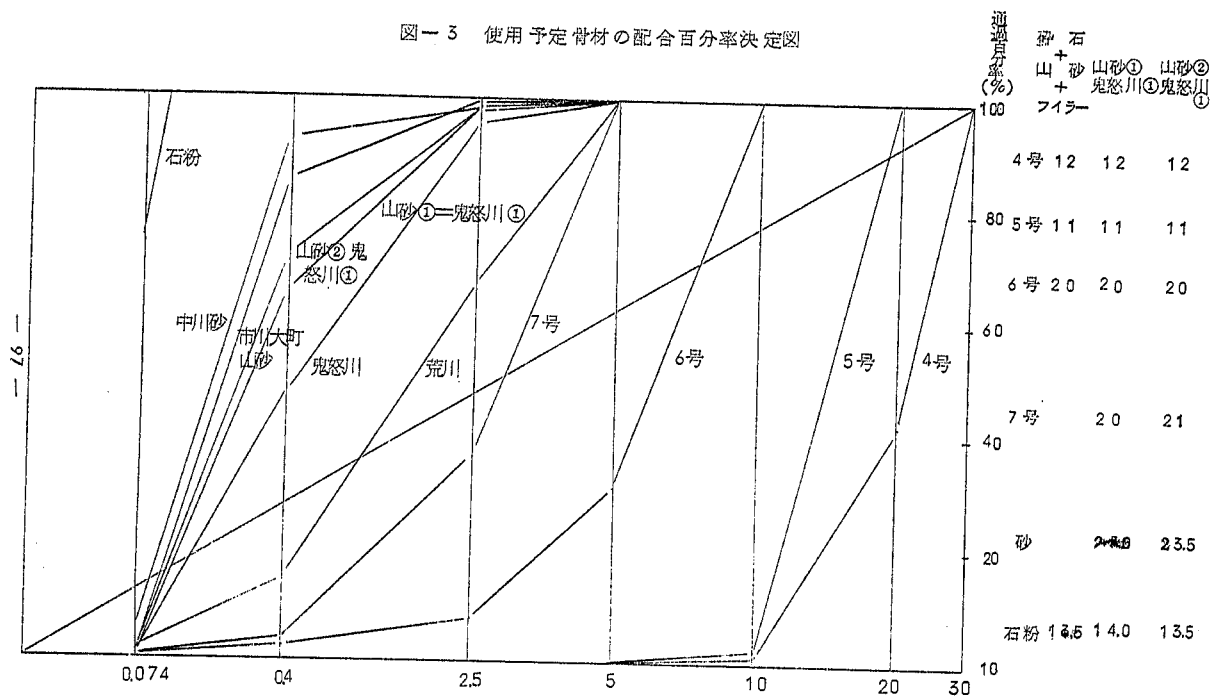
フルイ	4号		5号		6号		7号		中川砂		鬼怒川		山砂		石粉	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
30~20	57.9	42.1														
20~10	98.9	1.1	99.3	2.7												
10~5	100.0		100.0		68.9	31.1										
5~2.5					92.5	7.5	63.4	36.6	1.5	98.5	4.9	95.1	0.9	99.1		
2.5~0.4					97.3	2.7	96.4	3.6	7.2	92.8	52.7	47.3	14.5	85.5		
0.4~0.075					99.9	0.1	99.2	0.8	92.0	8.0	99.9	0.8	97.7	2.3	25	75
0.075pass					100.0		100.0	0	100.0	0	100.0	0	100.0	0	100	0

注) A; 残留百分率 B 通過百分率

図-2 粒経加積曲線



図一 3 使用予定骨材の配合百分率決定図



山砂………千葉県市川市大町附近

粒度試験

種 類	2,380 μ	420 μ	74 μ
鬼 怒 川	95.1	47.3	0.8
市川市大町	99.1	88.5	2.3

通常安定処理に適する条件液性限界 $<40\%$ 、塑性指数 <18
 $\%$ を満足するのでこの砂を用いることにした。

2-1-3 砕 石

4号、5号砕石……茨城県久慈郡大子町西金地先

6号、7号砕石……栃木県安蘇郡葛生町地先

室内試験では4号、5号、6号、7号、の4種類をふるつて使用した。

比重 2.65 フライ分け結果は表-1、図-2 に示す通りである。

2-1-4 砕石と砂との比率

上記の資料から砕石と砂との比率は各種材料を使用して表-1に入る粒度にするために砕石(4号、5号、6号、7号と砂(山砂又は山砂:鬼怒川砂)の比率を決定すると次のようになる。

① 砕石と山砂とファイラーの3種類を混合した場合の各骨材の比率は次に示す通りである。

4号	5号	6号	7号	山砂	ファイラー	
12.9%	9.5%	13.4%	26.8%	27.4%	10.0%	合成粒度

※砕石6号、7号は西金地先産使用

砕石(62.6%)、砂(27.4%)、ファイラー(10.0%)であり、合成粒度計算表および合成粒度曲線は表-2、図-4に示す。

② 碎石と砂 ($\frac{1}{1}$: $\frac{1}{1}$ 山砂+川砂) とファイラーの3種類を混合した場合の各骨材比率は①と同様に次に示す通りである。

4号 5号 6号 7号 砂 ($\frac{1}{1}$: $\frac{1}{1}$ 山砂+川砂)、ファイラー
 11.9% 10.9% 19.9% 19.9% 23.0% 14.3% 合成粒度
 碎石 (62.6%)、砂 (23.1%)、ファイラー (14.3%) で
 あり合成粒度計算表および合成粒度曲線は表-3、図-5に示す通りである。

尚使用予定骨材の配合決定は図-3に示す通りである。

③ 碎石と砂 ($\frac{2}{1}$: $\frac{1}{1}$ 山砂+鬼怒川) とファイラーの3種類で②の場合砂の配合比を変えた各骨材の比率を次に示す。

4号 5号 6号 7号 砂 ($\frac{2}{1}$: $\frac{1}{1}$ 山砂+川砂) ファイラー
 11.9% 10.9% 19.9% 20.9% 22.5% 13.9% 合成粒度
 碎石 (63.6%)、砂 (22.5%)、ファイラー (13.9%) で
 あり合成粒度計算表および合成粒度曲線は表-4、図-6に示す通りである。

骨材配合表

番号	骨材種別	碎石	砂	ファイラー
①		62.6	27.4	10.0
②		62.6	23.1	14.3
③		63.6	22.5	13.9

骨材配合表を見てもわかるように碎石と砂とファイラーの比率はあまり大差はないが示方配合 (予定粒度) に対し合成粒度は①、②、③を比較すると①は予定粒度範囲にかろうじて入っているが、すこし分布状況が悪い。②、③は予定粒度範囲の中間に行き最も理想的な粒度曲線である。

① 表-2 砕山+山砂+フイラー

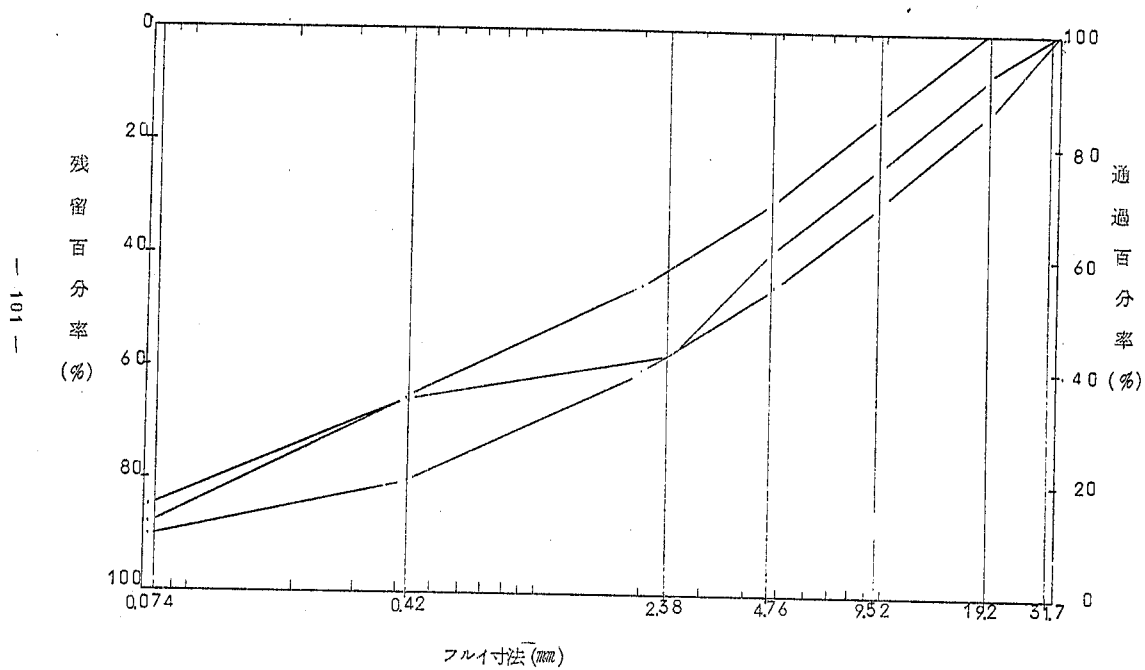
表-2 骨材比重による使用予定骨材配合率補正表

	I	II	III	IV	V	VI	計
骨材配合率 (a)	13.0	9.5	13.5	27.0	21.5	15.5	
比 重 (b)	2.65	2.65	2.65	2.65	2.67	2.73	
(a)×(b) =	34.5	25.2	35.8	71.6	57.4	42.3	266.8
(a)×(b) 計 × 100	12.9	9.5	13.4	26.8	21.5	15.9	

使用予定骨材の合成粒度

	I	II	III	IV	V	VI									合成 粒度	
配合率	12.9	9.5	13.4	26.8	21.5	15.9										
30	100						12.9	9.5	13.4	26.8	21.5	15.9	100	100		
30~20	42.1	100	100				5.4	9.5	13.4	26.8	21.5	15.9	92.5	92.5		
20~10	11	27	82.8	100			0.1	0.3	11.1	26.8	21.5	15.9	75.7	77.5		
10~5			3.8	86.1	100				0.5	23.1	21.5	15.9	61.0	62.5		
5~2.5				19.7	99.1					5.3	21.3	15.9	42.5	47.5		
2.5~0.42					85.5	100					18.4	15.9	34.3	27.5		
0.42~0.075					2.3	7.5					0.5	11.9	12.4	12.5		

図一4 碎石+山砂+ファイラーの粒度分布図



② 表-3 碎石+(山砂①:鬼怒川①)+ファイバー

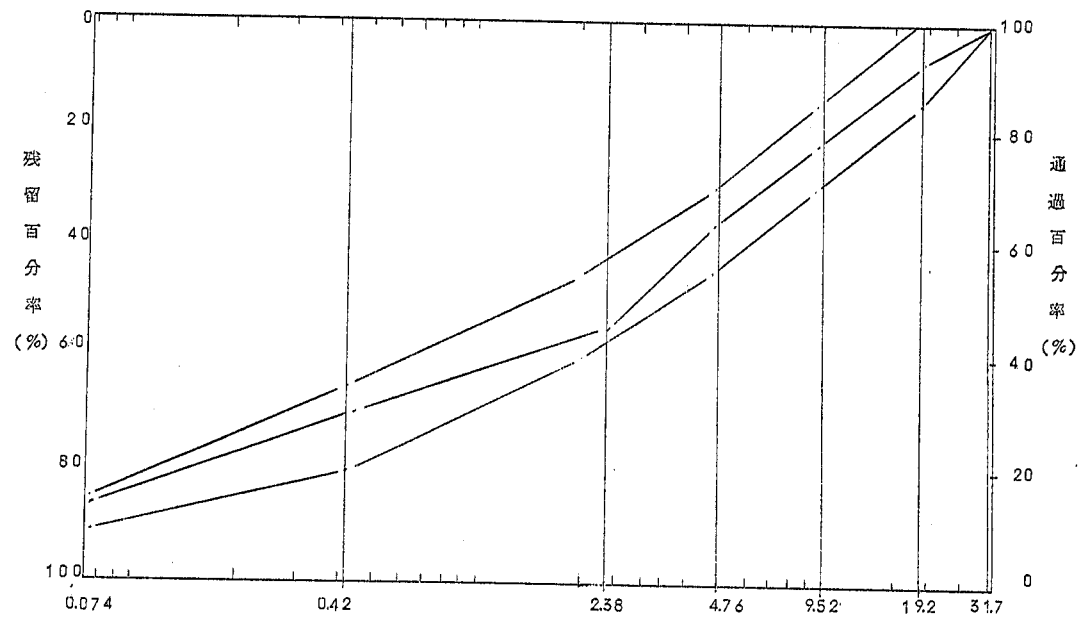
骨材比重による使用予定骨材配合率補正表

	I	II	III	IV	V	VI	計
骨材配合率 a	12.0	11.0	20.0	20.0	23.5	14.0	
比重 b	2.65	2.65	2.65	2.65	2.67	2.73	
$a \times b = c$	31.8	29.2	53.0	53.0	61.4	38.2	266.6
$c \div 100$	11.9	10.9	19.9	19.9	23.1	14.3	

使用予定骨材の合成粒度

	I	II	III	IV	V	VI							合成 粒度
配合率	11.9	10.9	19.9	19.9	23.1	14.3							
30	100						11.9	10.9	19.9	19.9	23.1	14.3	100
30~20	42.1	10.0					5.0	10.9	19.9	19.9	23.1	14.3	93.1
20~10	1.1	3.7	10.0				0.1	0.3	19.9	19.9	23.1	14.3	77.6
10~5			3.1	10.0	10.0				6.2	19.9	23.1	14.3	63.5
5~2.5			7.5	33.6	97.1				1.5	6.7	22.3	14.3	44.8
2.5~0.4			2.7	3.6	65.9	10.0			0.5	0.7	15.2	14.3	30.7
0.4~0.075			0.1	0.8	1.5	96.6			0	0.2	0.3	13.8	14.3

図-5 砕石+(山砂①：鬼怒川①)+ファイラーの粒度分布図



③ 表-4 碎石 + ($\frac{2}{1}$ 山砂 : 鬼怒川) + ファイラー

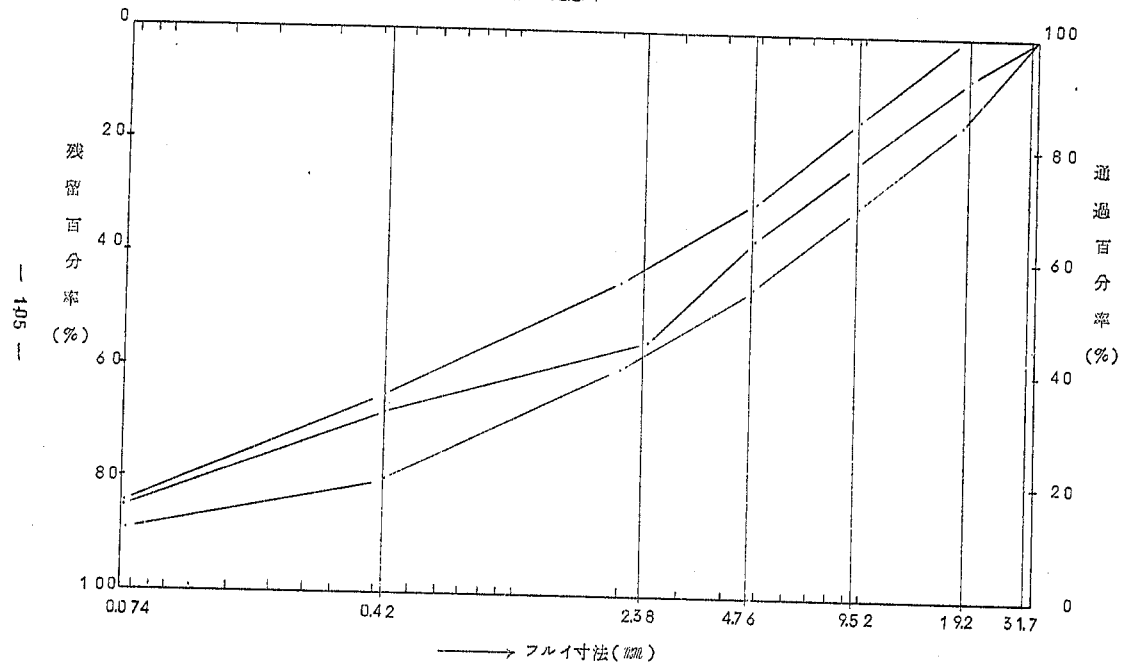
骨材比重による使用予定骨材配合率補正表

	I	II	III	IV	V	VI	計
骨材配合率 a	12.0	11.0	20.0	21.0	22.5	13.5	
比重 b	2.65	2.65	2.65	2.65	2.67	2.73	
a × b = c	31.8	29.2	53.0	55.7	60.1	36.9	266.7
c ÷ 100	11.9	10.9	19.9	20.9	22.5	13.9	

使用予定骨材の合成粒度

	I	II	III	IV	V	VI							合成 粒度
配合率	11.9	10.9	19.9	20.9	22.5	13.9							
30	100						11.9	10.9	19.9	20.9	22.5	13.9	100
30~20	42.1	100					5.0	10.9	19.9	20.9	22.5	13.9	93.1
20~10	1.1	2.7	100				0.1	0.3	19.9	20.9	22.5	13.9	7.6
10~5			31.1	100	100				6.2	20.9	22.5	13.9	63.5
5~2.5			7.5	33.6	97.8				1.5	7.0	22.0	13.9	45.4
2.5~0.4			2.7	3.6	7.2	100			0.5	0.8	16.2	13.9	31.4
0.4~0.075			0.1	0.8	1.7	96.6			0	0.2	0.4	13.4	14.0

図-6 碎石+($\frac{2}{1}$ 山砂:鬼怒川)+ファイラーの粒度加積曲線



3. 各種配合に対する工費の比較

各種配合に対する工費の比較に入る前に順序良く各配合の決定を述べることとする。第1に碎石(4号、5号、6号、7号、……以下碎石と称する)と山砂を合成した場合は表-5、図-7に示すように200 μ (74 μ)通過分が少く問題になる。第2に碎石+鬼怒川を合成した場合は表-6、図-8に示すように420 μ 、74 μ 残留%が少ない。

ここで考えられることは第3は第1の碎石と山砂とフィラーを合成した場合は表-2、図-4のようになり大体予定粒度範囲に入っている。

又第4は第2の碎石と鬼怒川とフィラーを合成した場合は表-7、図-9に示すように合成粒度曲線は理想的である。

第5は碎石と(山砂 $\frac{1}{2}$:鬼怒川砂 $\frac{1}{2}$)とフィラーを合成した場合は表-3、図-5に示すように合成粒度曲線は理想的である。

第6は砂の配合比を変え碎石と(山砂 $\frac{2}{3}$:鬼怒川砂 $\frac{1}{3}$)とフィラーを合成した場合は表-4、図-6に示す通り第5の場合とほとんど同じである。

表-5 碎石※と山砂

骨材比重による使用予定骨材配合率補正表

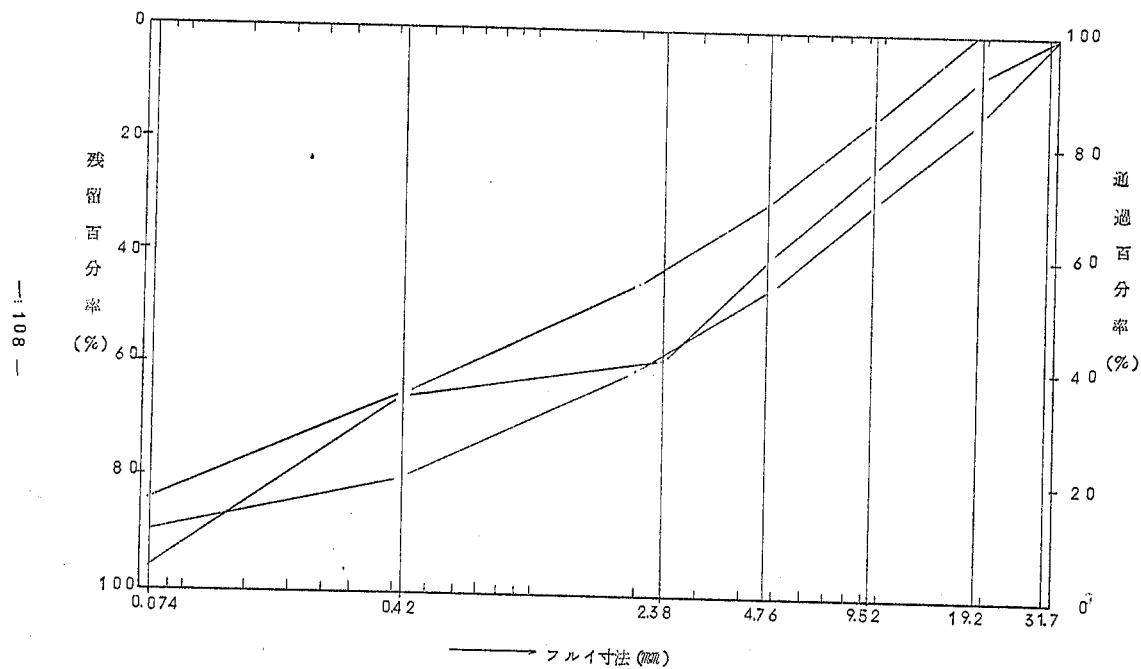
	I	II	III	IV	V		
骨材配合率 a	13.0	9.5	13.5	27.0	37.0		
比 重 b	2.65	2.65	2.65	2.65	2.67		
a × b = c	34.5	25.2	35.8	71.6	98.8		265.8
C 計 × 100	13.0	9.5	13.5	26.9	37.1		

使用予定骨材の合成粒度

	I	II	III	IV	V									
配 合	13.0	9.5	13.5	26.9	37.1									
30	100					13.0	9.5	13.5	26.9	37.1	100	100		
30~20	42.1	100	100			55	9.5	13.5	26.9	37.1	92.5	92.5		
20~10	1.1	2.7	82.8	100		0.1	0.3	11.2	26.9	37.1	75.7	77.5		
10~ 5			3.8	86.1	100			0.5	23.2	37.1	60.8	62.5		
5 ~2.5				19.7	98.5				5.3	36.5	41.8	47.5		
2.5~0.42					92.8					34.4	34.4	27.5		
0.42~0.074					8.0					2.9	2.9	12.5		

※碎石4号、5号、6号、7号……西金地先使用

図-7 砕石と山砂の粒度分布図



表一 6 砕石と鬼怒川砂

骨材比重による使用予定骨材配合率補正表

	I	II	III	IV	V		計
骨材配合率 a	12.0	11.0	20.2	17.0	40.0		
比 重 b	2.65	2.65	2.65	2.65	2.67		
a × b = c	31.8	29.2	53.0	45.1	106.8		265.9
c 計 × 100	12.0	11.0	19.9	17.0	40.1		

使用予定骨材の合成粒度

	I	II	III	IV	V						合成 粒度
配合率	12.0	11.0	20.0	17.0	40.0						
補正率	12.0	11.0	19.9	17.0	40.1						
3.0	100					12.0	11.0	19.9	17.0	40.1	100
3.0~2.0	42.1	100				5.1	11.0	19.9	17.0	40.1	93.1
2.0~1.0	11	27	100			0.1	0.3	19.9	17.0	40.1	77.3
1.0~5			31.1	100	100			62	17.0	40.1	63.3
5 ~2.5			7.5	33.6	95.1			1.5	57	38.1	45.3
2.5~0.4			27	2.6	47.3			0.5	0.6	19.0	20.1
0.4~0.075			0.1	0.8	0.8				0.1	0.3	0.4

図-8 砕石と鬼怒川の粒度分布図

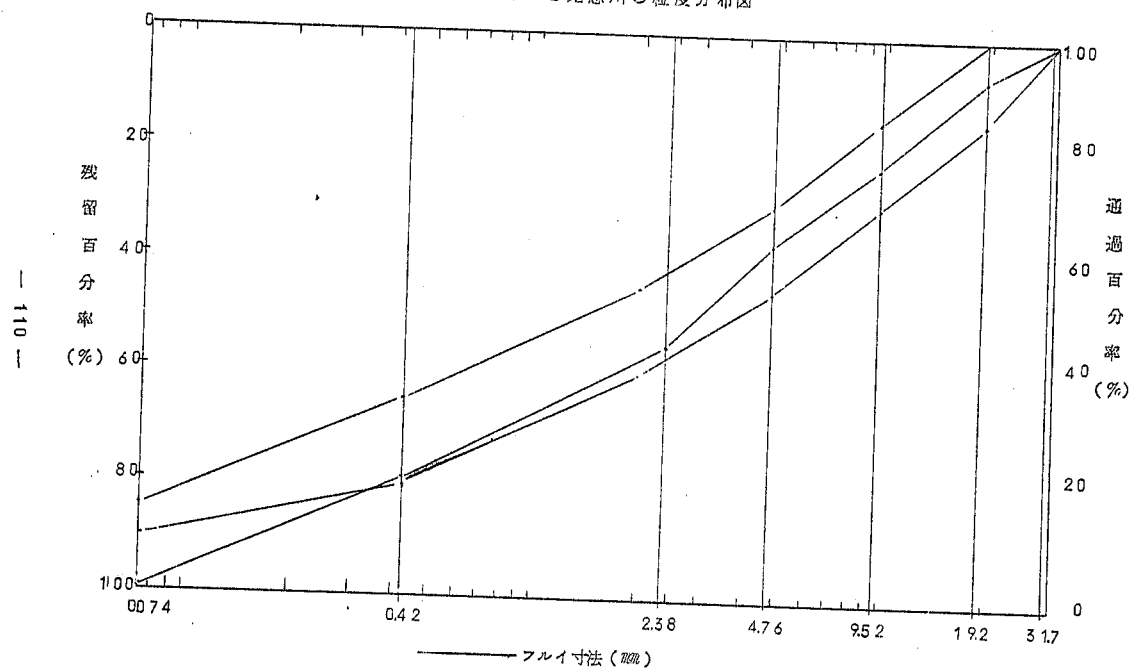


表-7 碎石と鬼怒川砂とファイラー

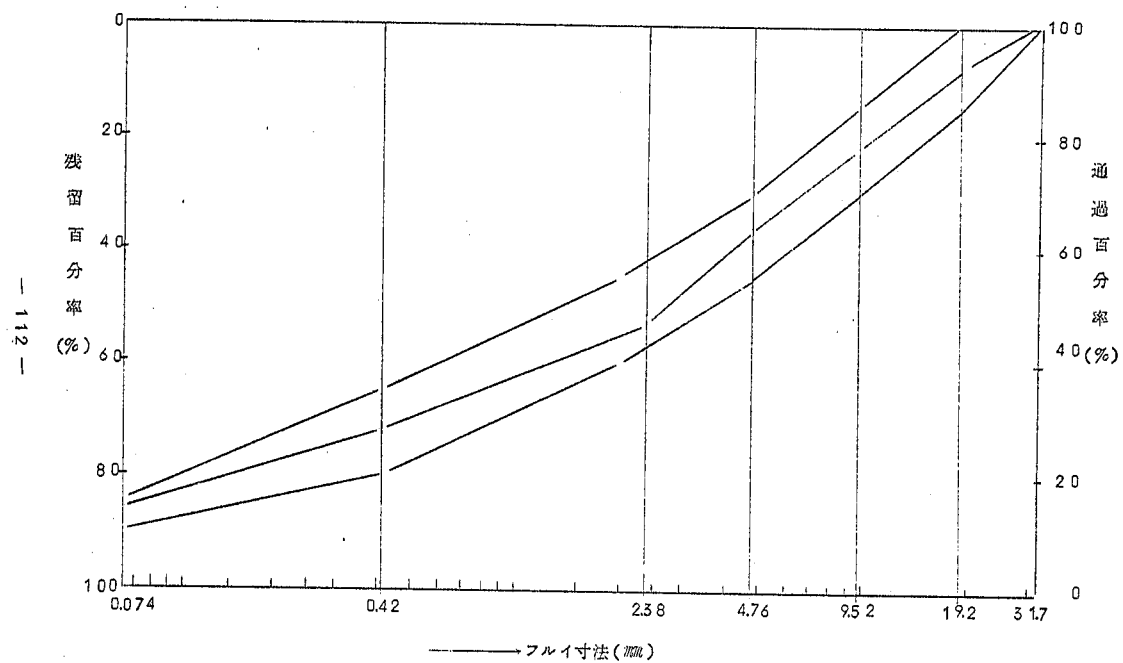
骨材比重による使用予定骨材配合率補正表

	I	II	III	IV	鬼怒川砂	ファイラー	計
骨材配合率a	12.0	11.0	20.0	17.0	25.5	14.5	
比重b	2.65	2.65	2.65	2.65	2.67	2.73	
$a \times b = c$	31.8	29.15	53.0	45.05	68.09	39.59	266.68
$c \div 100$	1.19	1.09	1.99	1.69	2.56	1.48	

使用予定骨材の合成粒度

	I	II	III	IV	V								合成 粒度
配合率(%)	11.9	1.69	1.99	1.69	25.6	14.8							
補正 配合率(%)													
30						11.9	10.9	10.9	1.99	1.69	25.6	14.8	100.0
30~20	100					5.0	10.9	10.9	1.99	1.69	25.6	14.8	93.1
20~10	2.7	100				0.1	0.3	0.3	1.99	1.69	25.6	14.8	77.6
10~4.5		3.11	100	100					6.2	1.69	25.6	14.8	63.5
5~2.5		7.5	33.6	95.1					1.5	5.7	24.3	14.8	46.3
2.5~0.4		2.7	3.6	47.3	100				0.5	0.6	12.1	14.8	28.0
0.4~0.075		0.1	0.8	0.8	96.6				0	0.1	0.2	14.3	13.6

図-9 砕石と鬼怒川砂とフィラーの粒度分布図



各種配合の配合比を①碎石と山砂とファイラーの混合、②碎石と砂（ $\frac{1}{1}$ 山砂： $\frac{1}{1}$ 鬼怒川）とファイラーの混合、③碎石と砂（ $\frac{2}{1}$ 山砂： $\frac{1}{1}$ 鬼怒川）の単価を比較した。その結果を下表に示す。

- ・ 碎石の比重を2.65、・鬼怒川砂の比重は2.67、・山砂の比重は2.70、・ファイラーの比重は2.73とする。

・ 物理試験および現場着単価表

	碎石 30~20	碎石 20~10	碎石 10~5	碎石 5~2.5	砂 鬼怒川	砂 山砂	ファイラー
比 重	2.65	2.65	2.65	2.65	2.67	2.70	2.73
単位容積重量	1.32	1.38	1.38	1.38	1.65	1.20	
係 数	2.008	1.92	1.92	1.92	1.618	2.25	
現場着単価	2,000	2,000	2,000	2,000	1,350	350	kg当り 3円

①碎石と山砂とファイラー混合骨材のm³当りの単価（図-4. 粒度曲線参照）

混 合 比 率	12.9%	9.5%	13.4%	26.8%		27.4%	10%
容 積	0.26m ³	0.18m ³	0.26m ³	0.51m ³		0.62m ³	重量 273
金 額	520	380	520	1,020		217	819

①m³当り 3,456

②碎石と砂（ $\frac{1}{1}$ 山砂+鬼怒川）とファイラー混合骨材のm³当りの単価（図-5. 粒度曲線参照）

混 合 比 率	11.9%	10.9%	12.9%	12.9%	11.5%	11.5%	14.3%
容 積	0.24m ³	0.21m ³	0.38m ³	0.37m ³	0.19m ³	0.26m ³	重量 390
金 額	480	420	760	740	256	91	1,171

②m³当り 3,918

③碎石と砂（ $\frac{2}{1}$ 山砂+鬼怒川）とファイラー混合骨材のm³当りの単価（図-6. 粒度曲線参照）

混 合 比 率	11.9%	10.9%	12.9%	20.9%	7.5%	15.0%	13.9%
容 積	0.24m ³	0.21m ³	0.38m ³	0.4m ³	0.12m ³	0.34m ³	380
金 額	480	420	760	800	162	119	1,138

③m³当り 3,879

注1)
単価は①の碎石と山砂とファイラー混合骨材の m^3 当り単価が3,456円と一番安価であるが粒度加積曲線の分布があまり良くない。②の碎石と砂(山砂+鬼怒川) $\frac{1}{1}$ とファイラー混合材の m^3 当り単価は3,918円となり、粒度加積曲線は理想曲線に近い。②の場合は理想曲線に近いからもうすこし使用骨材の単価を安くするためには砂(山砂+鬼怒川) $\frac{2}{1}$ の配分比を変えて見ると、③の碎石と砂(山砂+鬼怒川) $\frac{2}{1}$ とファイラー混合骨材の様になり m^3 当りの単価は3,879円となり粒度加積曲線も②と大差がない。又②と比較すると③の方が39円安い。

したがって今回室内試験の試験練りは③の碎石と砂(山砂+鬼怒川) $\frac{2}{1}$ とファイラーの混合骨材で行うことに決定した。又①の碎石と山砂とファイラーの混合骨材も単価が安いので合せて試験練りを行った。

注1) 単価についての比較は碎石 m^3 当り2,000 山砂350 川砂300 鬼怒川砂1,350 としてファイラーは kg 当り3円セメント6円として骨材のみ計上した。

4 突き固め試験

砕石、砂およびファイラーの混合比が決つたので、次にセメント含有量を4%、5%、6%、および7%と変えて、各々につきJISAI210に従い突き固め試験を実施した。

この場合「中央混合方式によるソイルセメントの施工」等の重験結果よりOMCが8~9%と想定出来たので含水比を6%、8%および10%に変化させて(注)供試体を作製した。

表-8および図-10にその結果を示す。但しここでセメント混合比、含水比とは次の定義で表わすものとする。

今ソイルセメント中の乾燥重量 W_c 、砂の乾燥重量 W_s 、セメント重量 W_{cemet} 、水量 W_w 、ファイラーの乾燥重量 W_f とする。

$$\text{セメントの混合比}(\%) = 100 - (W_c + W_s + W_f) \times 100 \quad (\text{※1})$$

※1)

セメントの混合比を定め骨材をそれぞれ96%、95%、94%および93%に変えた。

$$\text{含水比}(\%) = \frac{W_w}{W_{cemet} + W_c + W_s + W_f} \times 100(\%)$$

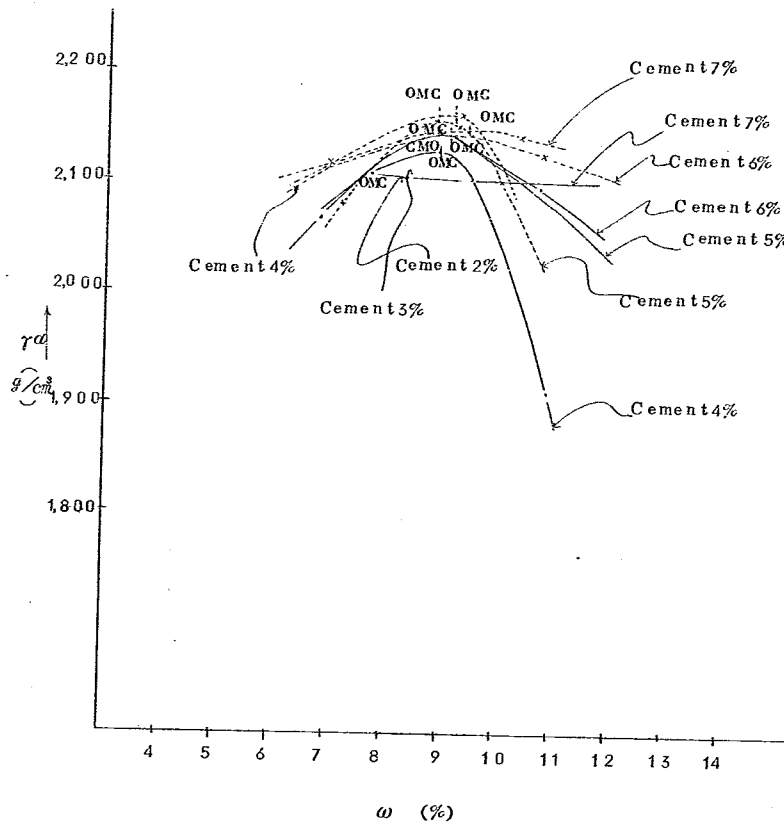
粗骨材が混合しているので、含水比-乾燥密度の曲線は平になり最適含水比は定め難い(資料が少ないので推定判断によるものも含む)が一応次の様に定めた。

セメント量	砕石+山砂+ファイラー+セメント		2:1 砕石+(山砂+鬼怒川)+ファイラー+セメント	
	最適含水比	最大乾燥密度	最適含水比	最大乾燥密度
4%	8.9%	2,126(g/cm^3)	9.2(%)	2,160(g/cm^3)
5%	8.8	2,145 "	8.9 "	2,155 "
6%	8.9	2,140 "	9.1 "	2,140 "
7%	決め難い		9.4 "	2,145 "

注1) セメントが混入しているし、含水比を序々に上げその時供試体採取することは、試料中のセメントのペーストが分離するおそれがあるので1バッチ毎に供試体採取した。

..... 碎石+山砂+フィラー+セメント
 凡 例
 x----- 碎石+(2:1 山砂+鬼怒川)+フィラー+セメント

図-10 乾燥密度 含水比



5. 一軸圧縮強度

4項の突き固め試験の供試体の製作は各含水比につき3本ずつ採取した。突き固め回数はJISA1210と同じ方法で3層25回である。なを型枠としては $\phi 10\text{ cm}$ 、 $h 20\text{ cm}$ のものを使用し、高さを 12.7 cm になるようにした。供試体作製後24時間で脱型し、パラフィンで覆い5日間、湿度の高い所で養生し、パラフィンをとり、水温 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}\text{ C}$ の水中に24時間浸して、一軸圧縮強度試験を実施した。その結果は表-8、図-11、12および図-13に示す。

6. セメント量の決定

最適含水比における圧縮強度を基準とした場合

5) で求めた最適含水比におけるセメント量と圧縮強度の関係を図-11に示す。基層を安定処理し $g_u = 30\text{ Kg/cm}^2$ と $g_u = 50\text{ Kg/cm}^2$ に相当するセメント量を図-11より求めるとそれぞれ2%, 3%になるので、これを設計量とした。ソイルセメントの場合はコンクリートの場合のように、あらかじめ変動係数を加味して設計量を求めることは必ずしも妥当ではないようなので2%および3%をそのまま採用した。

しかしここで問題になるのは一軸圧縮強度と含水比の関係を図-12に示す通りであるが目標強度 $30 \pm 5\text{ Kg/cm}^2$ 、 $50 \pm 5\text{ Kg/cm}^2$ の範囲で管理するのは無理と思われる。なぜならば図-12を見てもわかるように含水比が1%変ると強度が $10 \sim 20\text{ Kg/cm}^2$ 変化するので施工管理は困難と推察される。

図-13は一軸圧縮強度と乾燥密度の関係を示す。図-13よりわかるように乾燥密度と一軸圧縮強度は比例しておることがわかる。

表-8 ソイルセメント案内試験結果表

区 分	種 別	砕 石	砕 石	砕 石	砕 石	砂		石 粉	セメント	計	水	測 定				
		30~20	20~10	10~5	5~2.5	山 砂						含水比				
比 率		12.4	9.1	12.9	25.7	26.3		9.6	4.0		6% 80.7	7.20				
	重 量	329	241	342	681	710		262	126		8% 1,076	8.94				
総重量(1/200)		1,645	1,205	1,710	3,405	3,550		1,310	0,630	13,455	10% 1,346	10.85				
供試体 No	供 試 体 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度 r_d (g/cm^3)								強度 Kg/cm ²	強度 平均
							重 量	容 積	湿 密	含 水 比 (w)	100+w	r_d	$\bar{r}_d$			
	h_1	h_2	h_3	h_4	$\bar{h}$											
A ₁	12.20	12.17	12.18	12.22	12.19	10.00	2,143	957	2,239	7.20	107.20	2,089		73.6		
A ₂	11.85	11.79	11.77	11.80	11.80	"	2,073	1,926	2,239	7.20	107.20	2,089		72.6		
A ₃	11.86	11.87	11.93	11.85	11.88	"	2,095	1,933	2,245	7.20	107.20	2,094	2,091	73.9	73.4	
B ₁	12.86	12.82	12.76	13.15	12.90	"	2,325	1,013	2,295	8.94	108.94	2,107		53.5		
B ₂	12.19	12.30	12.10	12.31	12.23	"	2,235	960	2,328	8.94	108.94	2,137		57.1		
B ₃	12.18	12.21	12.20	12.23	12.21	"	2,232	958	2,330	8.94	108.94	2,139	2,128	55.8	55.5	
C ₁	13.43	13.50	13.50	13.44	13.47	"	2,244	1,057	2,123	10.86	110.86	1,915		22.3		
C ₂	13.08	13.10	13.10	13.10	13.10	"	2,310	1,028	2,247	10.86	110.86	2,027	1	24.1		
C ₃	13.53	13.52	13.51	13.53	13.52	"	2,236	1,061	2,107	10.86	110.86	1,901	1,908	22.3	22.9	

種 別 区 分	碎石	碎石	碎石	碎石	碎石	砂	石粉	セメント	計	水 (cc)	測 定 含水比 (%)				
	30~20	20~10	10~5	5~2.5	山砂	鬼怒川砂									
比 率	11.4	10.5	19.1	20.1	14.4	7.2	13.3	4		6% 808	6.84				
重 量	302	278	506	533	388	192	363	126.4		8% 1077	9.26				
総重量($\frac{m^3}{200}$)	1,510	1,390	2,530	2,665	1,940	960	1,815	0,632	13,442	10% 1,346	10.05				
供試体 No.	供 試 体 高 さ h (cm)					直径 (cm)	乾 燥 密 度 r _d (g / cm ³)							強度 Kg / cm ²	強度 平均
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	$\bar{h}$		重量	容積	湿密	含水比	100+w	$\bar{F}_d$	$\bar{r}_d$		
D ₁	11.68	11.63	11.62	11.61	11.64	10.00	20.66	9.14	2.261	6.84	106.84	2.116		69.7	
D ₂	11.92	11.95	11.92	11.95	11.94	"	21.10	9.37	2.252	6.84	106.84	2.108		70.7	
D ₃	11.56	11.52	11.55	11.57	11.55	"	20.35	9.07	2.244	6.84	106.84	2.100	2.108	48.1	70.2
E ₁	13.22	13.25	13.32	13.36	13.29	"	24.60	10.43	2.359	9.26	109.26	2.159		59.1	
E ₂	12.76	12.79	12.76	12.78	12.77	"	23.65	10.02	2.360	9.26	109.26	2.160		52.2	
E ₃	12.43	12.55	12.48	12.54	12.50	"	20.37	9.81	2.076	9.26	109.26		2.160	60.4	57.2
F ₁	16.11	15.99	16.10	16.02	16.06	"	29.30	12.66	2.324	10.05	110.05	2.112		29.9	
F ₂	13.70	13.70	13.74	13.79	13.73	"	25.32	10.78	2.349	10.05	110.05	2.134		31.8	
F ₃	14.77	14.78	14.64	14.62	14.70	"	26.79	11.54	2.321	10.05	110.05	2.109	2.118	33.2	31.6

表-8. ソイルセメント室内試験結果

種 別 区 分	砕石	砕石	砕石	砕石	砂		石粉	セメント	計	水(cc)	測 定 比 含水率				
	50~20	20~10	10~5	5~2.5	山 砂										
比 率	12.3	9.0	12.7	25.5	26.4		9.5	5.0		6% 80.9	7.2				
重 量	326	289	337	676	702		259	158		8% 1,079	8.8				
総重量(1500)	1,630	1,195	1,685	3,380	3,510		1,295	790	13485	10% 1,349	11.0				
供試体 No	供試体高さ h (cm)					直径 (cm)	乾 燥 密 度 r_d (g/cm ³)							強度 Kg/cm ²	強度 平均
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	$\bar{h}$		重量	容積	湿密	含水比	100+w	r_d	$\bar{r}_d$		
A ₁	13.01	12.90	12.94	13.00	12.96	10.00	2289	1,017	2,251	7.2	107.2	2.100		79.2	
A ₂	12.56	12.50	12.53	12.50	12.52	"	2,171	983	2,209	7.2	107.2	2.136		67.9	
A ₃	12.00	12.00	12.00	12.14	12.04	"	2,145	945	2,270	7.2	107.2	2.118	2.118	94.5	80.5
B ₁	13.52	13.72	13.65	13.46	13.59	"	2,471	1,067	2,316	8.8	108.8	2.129		79.2	
B ₂	13.47	13.59	13.40	13.32	13.45	"	2,491	1,056	2,359	8.8	108.8	2.168		80.1	
B ₃	13.37	13.37	13.50	13.58	13.46	"	2,467	1,057	2,334	8.8	108.8	2.145	2.147	74.9	78.1
C ₁	13.55	13.34	13.24	13.23	13.34	"	2,410	1,047	2,302	11.0	111.0	2.074		42.9	
C ₂	13.20	13.13	13.10	13.20	13.16	"	2,385	1,033	2,309	11.0	111.0	2.080		43.3	
C ₃	13.47	13.59	13.60	13.55	13.55	"	2,447	1,064	2,300	11.0	111.0	2.072	2.075	43.3	43.2

区 種 別 分	砕 石	砕 石	砕 石	砕 石	砂	砂	石 粉	セメント	計	水(cc)	測 定 含水比 (%)				
	30~20	20~10	10~5	5~2.5	山 砂	鬼怒川砂									
比 率	11.3	10.4	18.9	19.8	14.3	7.1	13.2	5.0		6% 80.8	7.2				
重 量	299	276	501	525	386	190	360	158		8% 1,078	8.9				
総重量($\frac{1}{200}$)	1,490	1,380	2,505	2,625	1,930	950	1,800	790	13,470	10% 1,347	10.0				
供試体 №	供 試 体 高 さ h (cm)					直径 (cm)	乾 燥 密 度 rd (g / cm)						強度 (Kg/cm ²)	強 度 平 均	
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	$\bar{h}$		重量	容積	湿密	含水比	100-w	rd			$\bar{rd}$
D ₁	13.42	13.42	13.39	13.43	13.42	10.00	2,330	1,053	2,213	7.2	107.2	2,064		77.7	
D ₂	13.77	13.77	13.70	13.71	13.74	"	2,428	1,079	2,250	7.2	107.2	2,099		85.9	
D ₃	15.11	15.11	15.10	15.14	15.12	"	2,642	1,187	2,226	7.2	107.2	2,076	2,080	58.6	74.1
E ₁	11.90	11.96	12.01	11.98	11.96	"	2,202	939	2,345	8.9	108.9	2,153		84.1	
E ₂	12.99	13.12	13.19	12.98	13.07	"	2,412	1,026	2,351	8.9	108.9	2,159		82.0	
E ₃	12.56	12.64	12.60	12.53	12.58	"	2,317	988	2,345	8.9	108.9	2,159	2,155	76.9	81.0
F ₁	13.66	13.70	13.72	13.67	13.69	"	2,492	1,075	2,318	10.0	110.0	2,107		51.7	
F ₂	14.72	14.60	14.89	14.74	14.74	"	2,670	1,157	2,308	10.0	110.0	2,098		47.4	
F ₃	14.36	14.49	14.49	14.39	14.40	"	2,602	1,130	2,303	10.0	110.0	2,094	2,100	42.2	47.1

表-8 ソイルセメント室内試験結果

区 種 別 分	砕 石	砕 石	砕 石	砕 石	砂		石 粉	セメント	計	水 (CC)	測 定 含水比 (%)				
	30~20	20~10	10~5	5~2.5	山 砂										
比 率	12.1	8.9	12.6	25.2	25.8		9.4	6.0		6% 810	6.8				
重 量	321	236	334	668	697		257	190		8% 1,081	8.85				
総重量 1200	1,605	1,186	1,670	3,340	3,485		1,285	950		10% 1,351	10.69				
供試体 No	供 試 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度 rd (g/cm)							強 度 Kg/cm ²	強 度 平 均
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	$\bar{h}$		重量	容 積	湿 密	含水比	100+w	rd	$\bar{r}_d$		
A ₁	12.35	12.45	12.50	12.40	12.45	10.00	2151	977	2202	6.8	10.68	2.062		9.66	
A ₂	12.20	12.17	12.19	12.20	12.19	"	2104	957	2199	6.8	10.68	2.059		87.4	
A ₃	11.80	11.93	11.98	11.85	11.89	"	2077	933	2226	6.8	10.68	2.084	2.068	95.5	93.2
B ₁	13.20	12.93	12.78	12.95	12.97	"	2382	1,018	2340	8.85	10.885	2.150		103.3	
B ₂	13.10	13.00	13.09	13.23	13.11	"	2396	1,029	2328	8.85	10.885	2.139		109.8	
B ₃	12.89	12.88	12.94	12.90	12.90	"	2358	1,013	2328	8.95	10.885	2.139	2.143	104.6	105.9
C ₁	13.98	13.98	13.88	13.92	13.94	"	2352	1,094	2150	10.69	110.69	1.942		59.0	
C ₂	13.32	13.28	13.32	13.32	13.31	"	2430	1,015	2325	10.69	110.69	2.100		60.4	
C ₃	13.82	13.72	13.68	13.75	13.74	"	2492	1,079	2310	10.69	110.69	2.087	2.094	57.7	59.0

種 別 区 分	砕 石	砕 石	砕 石	砕 石	砂	砂	石 粉	セメント	計	水 (cc)	測 定 含 水 比 (%)				
	30~20	20~10	10~5	5~2.5	山 砂	鬼怒川砂									
比 率	11.2	10.3	18.7	19.6	14.1	7.0	13.1	6.0		6% 809					
重 量	297	273	496	519	381	187	358	190		8% 1,079					
総重量 ($\frac{1}{200}m^3$)	1,485	1,365	2,480	2,595	1,905	935	1,790	950		10% 1,349					
供 試 体 %	供 試 体 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度 rd (g/cm)							強 度 Kg/cm ²	強 度 平 均
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h		重 量	容 積	湿 密	含 水 比 $\frac{w}{w}$	100+w	rd	$\overline{rd}$		
D ₁	12.89	12.88	12.90	12.90	12.89	10.00	2,278	1,012	2,251	6.6	106.6	2,112		101.4	
D ₂	13.19	13.17	13.35	13.35	13.27	"	2,350	1,042	2,255	6.6	106.6	2,115		106.1	
D ₃	13.23	13.12	13.15	13.23	13.18	"	2,319	1,035	2,241	6.6	106.6	2,102	2,110	106.0	104.5
E ₁	13.62	13.52	13.57	13.58	13.57	"	2,496	1,065	2,344	9.17	109.17	2,147		88.7	
E ₂	13.70	13.65	13.60	13.65	13.65	"	2,500	1,072	2,332	9.17	109.17	2,136		112.9	
E ₃	13.78	13.78	13.76	13.78	13.75	"	2,540	1,079	2,354	9.17	109.17	2,156	2,146	90.3	97.3
F ₁	13.40	13.47	13.40	13.50	13.44	"	2,460	1,055	2,332	10.80	110.80	2,105		61.7	
F ₂	12.28	12.48	12.40	12.27	13.36	"	2,240	1,049	2,135	10.80	110.80	1,927		61.8	
F ₃	13.47	13.50	13.40	13.40	13.44	"	2,503	1,055	2,373	10.80	110.80	2,142	2,124	68.7	64.1

表-8. ソイルセメント室内試験結果

区 種 別 分	砕石	砕石	砕石	砕石	砂		石粉	セメント	計	水	測 定 含水比 (%)					
	50~20	20~10	10~5	5~2.5	山 砂											
比 率	12.0	8.8	12.5	24.9	25.5		9.3	7.0		6% 812	7.7					
重 量	318	233	331	660	689		254	221		8% 1,082	9.4					
総重量(1200) $\frac{m^3}{1200}$	1,590	1,165	1,655	3,300	3,445		1,270	1,105		10% 1,353	10.2					
供試体 No.	供 試 体 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度 rd (g/cm ³)								強 度 (Kg/cm ²)	強 度 平 均
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h		重量	容 積	湿 密	含水比	100+w	rd	rd			
A ₁	13.08	13.49	13.35	13.10	13.26	10.00	2.327	1.041	2.235	7.68	107.68	2.075		125.7		
A ₂	12.79	12.81	12.75	12.74	12.78	"	2.327	1.003	2.320	7.68	107.68	2.154		83.4		
A ₃	12.95	12.90	12.86	12.92	12.91	"	2.285	1.013	2.256	7.68	107.68	2.095	2.108	113.1	107.4	
B ₁	12.80	12.85	12.86	12.79	12.83	"	2.318	1.007	2.302	9.41	109.41	2.104		124.8		
B ₂	12.81	12.80	12.83	12.84	12.20	"	2.324	9.58	2.426	9.41	109.41	2.217		111.5		
B ₃	12.97	12.98	12.95	12.96	12.97	"	2.338	1.018	2.297	9.41	109.41	2.099	2.102	115.6	117.3	
C ₁	13.26	13.24	13.18	13.26	13.24	"	2.393	1.039	2.303	10.21	110.21	2.090		84.4		
C ₂	13.44	13.24	13.18	13.44	13.33	"	2.440	1.046	2.330	10.21	110.21	2.114		79.6		
C ₃	13.65	13.68	13.76	13.77	13.72	"	2.477	1.077	2.300	10.21	110.21	2.087	2.097	81.5	81.8	

区 分 \ 種 別	砕石	砕石	砕石	砕石	砂	砂	石 粉	セメント	計	水 (cc)	測 定 含水比 (%)				
	30~20	20~10	10~5	5~2.5	山 砂	鬼怒川砂									
比 率	11.1	10.1	18.5	19.4	14.0	7.0	12.9	7.0		6% 811	7.22				
重 量	294	268	490	514	378	187	352	221		8% 1001	8.93				
総重量(1/200)	1,470	1,340	2,450	2,570	1,890	935	1,760	1,105		10% 1,352	10.38				
供試体 No.	供 試 体 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度 rd (g/cm ³)						強 度 Kg/cm ²	強 度 平均	
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h		重量	容 積	湿 密	含水比	100+w	rd			rd
	D ₁	12.88	12.79	12.82	12.87	12.84	10.00	2,260	1,008	2,242	7.22	107.22	2.091		114.0
D ₂	12.78	12.82	12.70	12.80	12.77	"	2,298	1,002	2,293	7.22	107.22	2.139		121.0	
D ₃	12.77	12.82	12.83	12.75	12.79	"	2,277	1,004	2,268	7.22	107.22	2.115	2.115	110.2	115.1
E ₁	12.77	13.06	13.03	12.76	12.91	"	2,375	1,013	2,345	8.93	108.93	2.153		135.2	
E ₂	13.04	12.86	12.94	13.12	12.99	"	2,385	1,020	2,338	8.93	108.93	2.146		133.1	
E ₃	13.08	13.17	13.40	13.34	13.25	"	2,410	1,040	2,317	8.93	108.93	2.127	2.142	114.0	127.5
F ₁	15.40	15.33	15.15	15.27	15.29	"	2,785	1,200	2,321	10.38	110.38	2.103		94.9	
F ₂	17.00	17.15	17.20	16.97	17.08	"	3,057	1,341	2,280	10.38	110.38	2.066		84.1	
F ₃	15.30	15.36	15.25	15.32	15.31	"	2,802	1,202	2,331	10.38	110.38	2.112	2.149	73.2	84.1

表-8. ソイルセメント室内試験結果

區別	砕石					砂			石粉	セメント	計	水	測定 含水比 (%)		
	30~20	20~10	10~5	5~2.5	山砂										
比重	12.5	9.2	13.0	26.0	26.6			9.7	3			7.5%	8.4		
重量	331	244	345	689	718			265	95			1,008			
総重量 (1200)	1,655	1,220	1,725	2,445	3,590			1,325	475						
供試体	供試体高さ h (cm)					直径 (cm)	乾燥密度 r_d (g/cm ³)						強度 (Kg/cm ²)	強度 平均	
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h		重量	容積	湿密	含水比 W	100+W	rd			rd
A ₁	12.10	12.20	12.25	12.19	12.19	10.00	2,166	957	2,284	8.4	108.4	2,107		45.9	
A ₂	12.22	12.10	12.15	12.28	12.19	"	2,193	957	2,292	8.4	108.4	2,114		49.7	
A ₃	12.14	12.23	12.23	12.16	12.16	"	2,188	955	2,291	8.4	108.4	2,113	2,111	51.0	48.9
B ₁															
B ₂															
B ₃															
C ₁															
C ₂															
C ₃															

種 別 区 別	砕 石	砕 石	砕 石	砕 石	砂	砂	石 粉	セメント	計	水 (CC)	測 定 含水比 (%)				
	30~20	20~10	10~5	5~2.5	山 砂	鬼怒川砂									
比 率	12.6	9.3	12.1	26.3	26.9		9.8	2		7.5%					
重 量	334	246	347	697	726		268	63		1,008					
総重量 (1/250)	1,670	1,230	1,735	3,485	3,530		1,340	315							
供 試 体 No	供 試 体 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度 r_d (kg/cm^3)							強 度 (kg/cm^2)	強 度 平均
	h_1	h_2	h_3	h_4	$\bar{h}$		重量	容 積	湿 密	含水比 w	$100+w$	r_d			
D ₁	12.00	12.12	12.14	12.12	12.10	10.00	2,176	950	2,291	8.3	108.3	2,115		34.9	
D ₂	12.28	12.27	12.23	12.27	12.26	"	2,186	962	2,272	8.3	108.3	2,098		36.9	
D ₃	12.24	12.27	12.21	12.20	12.23	"	2,185	960	2,276	8.3	108.3	2,102	2,105	36.9	36.2

図-11. 一軸圧縮強度-セメント量

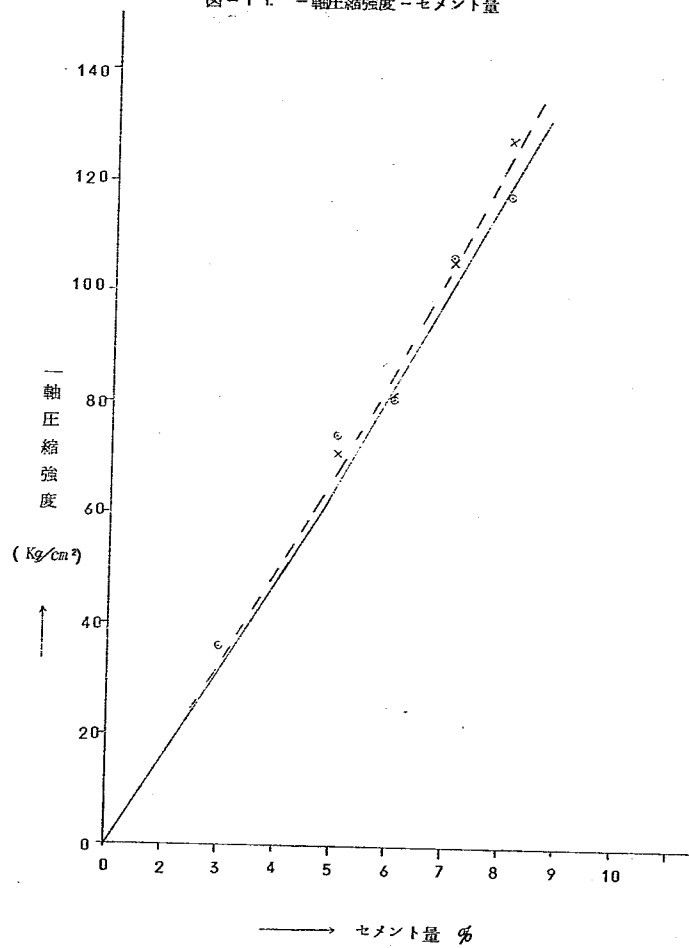
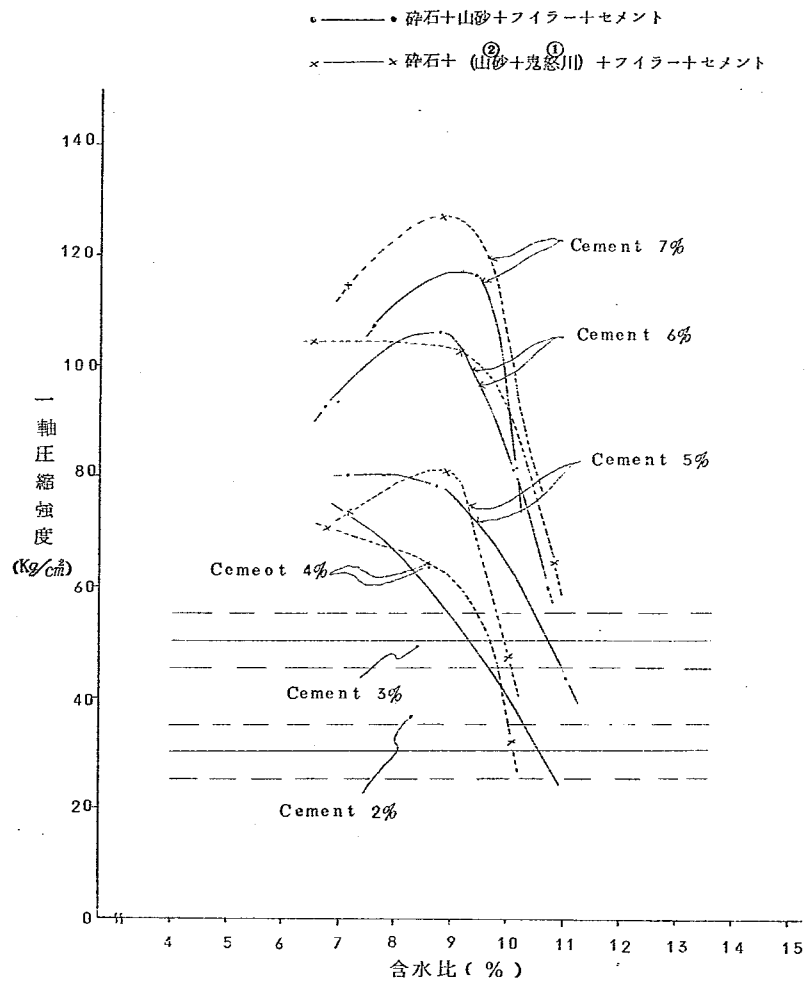
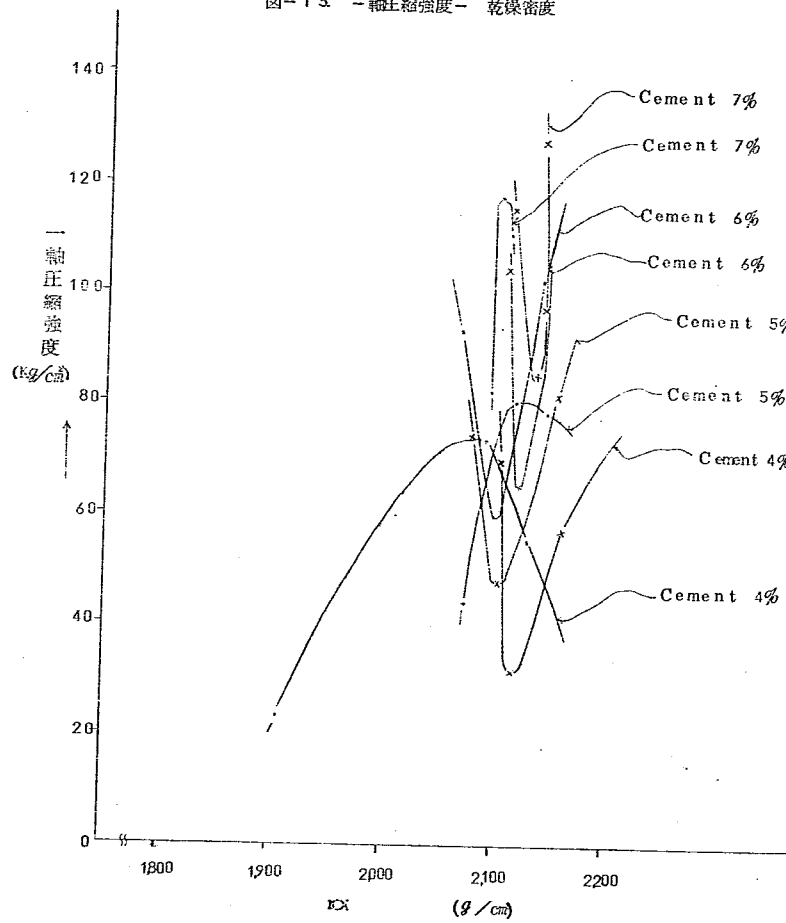


図-12. 一軸圧縮強度-含水比の関係



..... 碎石+山砂+ファイラー+セメント
 2:1
 碎石+ (山砂+セメント) +ファイラー+セメント

図-13. -軸圧縮強度- 乾燥密度



7. 碎石と山砂とセメントの混合骨材を用いた室内試験について
 1-6と同様、同一資料を使用し、次の配合により試験を行った。

セメント量	碎石 4号	碎石 5号	碎石 6号	碎石 7号	山砂
4%	11.5%	8.2	14.4	26.4	35.5
5%	11.4	8.1	14.3	26.0	35.2
6%	11.3	8.0	14.1	25.9	34.7
7%	11.1	7.9	14.0	25.6	34.4

※). 合成粒度は図-1.4に示す。

その結果は表-9に示す。

図-15は一軸圧縮強度と含水比の関係を示す。一軸圧縮強度を縦軸に、セメント量を横軸にとり一軸圧縮強度とセメント量との関係をプロットしたものを図-16に示す通りで、 $30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ 3~3.5%であり、又 $50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ の場合は5~5.5%の使用セメント量である。

しかし、図-15、16を見れば判然とするように試験結果よりは $30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ では使用セメント4%、又 $50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ では使用セメントは5%が適当と判断され、同時に含水比の変化により強度の変化が少ないので、現場の施工管理、強度管理、骨材の減少による（ファイラー減少）骨材の管理上、等の諸条件を加味した場合、碎石+山砂+ファイラー+セメントの合材より、碎石+山砂+セメントの合材の方が妥当と判断される。

図-17に一軸圧縮強度と乾燥密度を示す。

図 - 1 4. 碎石と山砂とセメントの合成粒度曲線

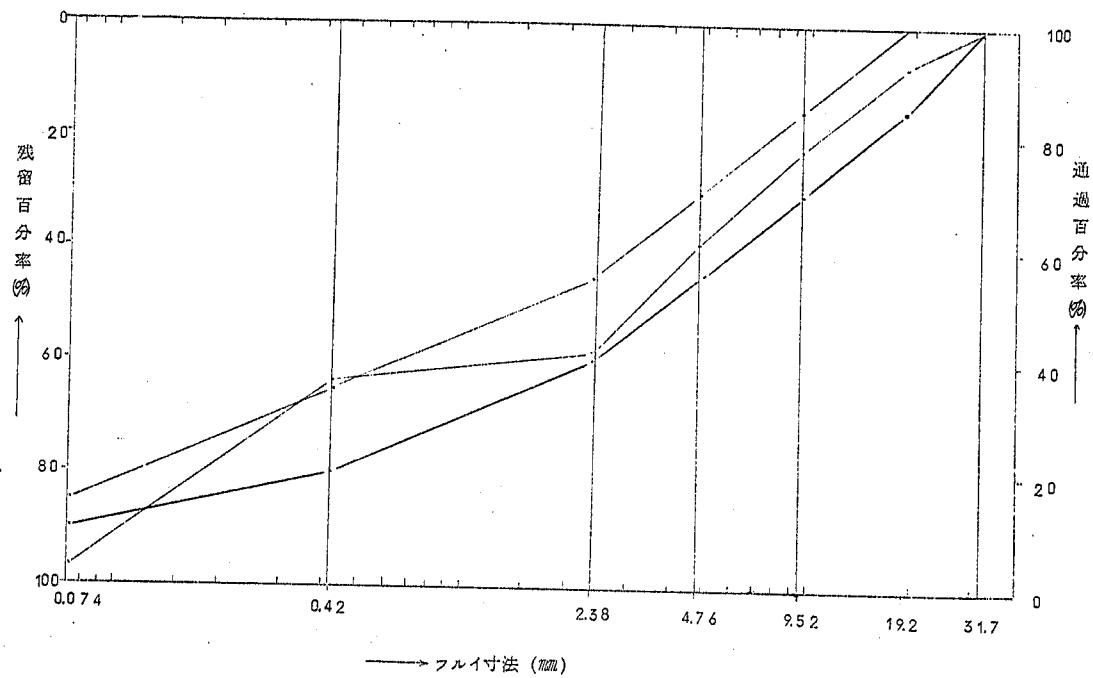


表-9. ソイルセメント室内試験結果

区 種 別 別	砕 石	砕 石	砕 石	砕 石	砂		セメント		水 (CC)		測 定 含 水 (%)				
	4 号	5 号	6 号	7 号	山 砂										
比 率	11.5	8.2	14.4	26.4	35.5		4.0		6% 80.4		7.0				
重 量	305	217	382	700	948		126.4		7% 93.7		7.9				
総重量($\frac{1}{200}$)	1,525	1,085	1,910	3,500	4,740		632		10% 107.1		8.9				
供 試 体 No	供 試 体 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度							強 度 Kg/cm ²	強 度 平均
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	$\bar{h}$		重量	容 積	湿 密	含 水 比 w	100 + w	rd	$\bar{rd}$		
A ₁	13.47	13.55	13.53	13.50	13.51	10.00	2,335	1,061	2,201	7.0	107.0	2,057		34.7	
A ₂	13.45	13.39	13.40	13.45	13.42	"	2,290	1,053	2,175	7.0	107.0	2,033		32.8	
A ₃	13.60	13.53	13.70	13.63	13.62	"	2,320	1,069	2,170	7.0	107.0	2,028	2,039	29.9	32.5
B ₁	12.92	12.93	12.90	12.90	12.91	"	2,242	1,092	2,053	7.9	107.9	1,903	凍除く	32.4	
B ₂	12.73	12.87	12.93	12.75	12.82	"	2,210	1,006	2,197	7.9	107.9	2,036		36.3	
B ₃	12.37	12.25	12.30	12.35	12.32	"	2,130	967	2,203	7.9	107.9	2,042	2,039	33.8	34.2
C ₁	14.88	15.10	15.00	14.90	14.97	"	2,624	1,175	2,233	8.7	108.7	2,054		28.3	
C ₂	14.82	15.00	15.08	14.90	14.95	"	2,639	1,174	2,248	8.7	108.7	2,068		30.2	
C ₃	15.01	15.00	14.90	15.00	14.95	"	2,637	1,174	2,246	8.7	108.7	2,066	2,063	29.9	29.5

種 別 区 別	碎石 4号	碎石 5号	碎石 6号	碎石 7号	砂 山砂		セメント		水(cc.)		測定 含水比 (%)				
	比率	11.4	8.1	14.3	26.0	35.2		5.0		6% 806	7.1				
重量	302	215	379	692	940		158.0		8% 940		8.0				
総重量(1斗)	1,510	1,075	1,895	3,460	4,700		790		10% 1,074		9.2				
供試体No	供試体高さ h (cm)					直径 (cm)	乾燥密度 rd							強度 (Kg/cm ²)	強度 平均
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	$\bar{h}$		重量	容積	湿密	含水比	100+w	rd	$\bar{rd}$		
D ₁	13.25	13.18	13.18	13.28	13.22	10.00	2,251	1,038	2,169	7.1	107.1	2,013		62.4	
D ₂	13.00	12.86	12.93	13.00	12.95	"	2,201	1,017	2,164	7.1	107.1	2,021		50.6	
D ₃	13.06	13.16	13.10	13.04	13.09	"	2,216	1,028	2,156	7.1	107.1	2,013	2,016	49.0	54.0
E ₁	13.43	13.42	13.30	13.30	13.36	"	2,305	1,049	2,197	8.0	108.0	2,034		42.7	
E ₂	13.10	12.90	13.10	13.10	13.01	"	2,269	1,021	2,222	8.0	108.0	2,057		50.3	
E ₃	13.42	13.30	13.54	13.54	13.45	"	2,319	1,056	2,196	8.0	106.0	2,033	2,041	45.2	46.1
F ₁	14.18	14.35	14.12	14.12	14.23	"	2,490	1,117	2,229	9.2	109.2	2,041		43.3	
F ₂	13.17	13.00	12.98	12.98	13.00	"	2,289	1,021	2,242	9.2	109.2	2,053		55.4	
F ₃	14.42	14.41	14.40	14.40	14.42	"	2,501	1,132	2,209	9.2	109.2	2,022	2,039	40.4	46.4

表-9 ソイルセメント室内試験結果

区 別	種 別	砕 石	砕 石	砕 石	砕 石	砂		セメント			水 (CC)		測 定 比 含 水 比 (%)		
		4 号	5 号	6 号	7 号	山 砂									
比 率 重 量 総重量(400)	比 率	11.3	8.0	14.1	25.9	34.7									
	重 量	299	212	374	686	926			6.0		4.5%	604	5.8		
	総重量(400)	1495	1060	1870	3430	4630			189.6		6 %	806	9.4		
									948		8 %	1075	10.4		
供 試 体 №	供 試 体 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度 (rd)							強 度 (Kg/cm ²)	強 度 平 均
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h		重 量	容 積	湿 密	含 水 比 w	100+w	rd	rd		
A ₁	12.81	12.75	12.75	12.73	12.76	10.00	2,095	1,002	2,091	5.8	105.8	1,976		43.3	
A ₂	12.21	12.46	12.25	12.30	12.31	"	2,039	966	2,111	5.8	105.8	1,995		45.9	
A ₃	12.63	12.58	12.70	12.63	12.64	"	2,095	992	2,112	5.8	105.8	1,996	1,989	48.4	45.9
B ₁	12.51	12.20	12.33	12.50	12.39	"	2,120	973	2,179	9.4	109.4	1,992		64.0	
B ₂	13.61	12.20	13.35	13.10	13.20	"	2,279	1,036	2,200	9.4	109.4	2,011		58.0	
B ₃	12.90	12.96	12.93	12.90	12.92	"	2,229	1,014	2,198	9.4	109.4	2,009	2,004	67.5	63.2
C ₁	13.50	13.51	13.57	13.47	13.51	"	2,402	1,982	2,446	10.4	110.4	2,216		51.6	
C ₂	13.85	13.97	13.77	13.93	13.88	"	2,429	1,090	2,228	10.4	110.4	2,018		55.4	
C ₃	13.63	13.55	13.63	13.64	13.61	"	2,402	1,068	2,249	10.4	110.4	2,037	2,090	48.4	51.8

区 種 別	砕石	砕石	砕石	砕石	砂		セメント			水 (CC)		測 定 含 水 比 (%)				
	4 5	5 号	6 号	7 号	山 砂											
比 率	11.1	7.9	14.0	25.6	34.4			7.0		5%	672	6.2				
重 量	294	209	371	678	918			221.2		6%	807	7.2				
総重量($\frac{1}{200}$)	1,470	1,045	1,855	3,390	4,590			1,106		7%	942	7.8				
供 試 体 名	供 試 体 高 さ h (cm)					直 径 (cm)	乾 燥 密 度 r _d							強 度 (Kg/cm ²)	強 度 平 均	
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h̄		重 量	容 積	湿 密	含 水 比 w	100+w	r _d	r _d			
D ₁	12.73	12.73	12.78	12.73	12.74	10.00	2,146	1,000	2,146	6.2	106.2	2,021			61.1	
D ₂	13.13	13.13	13.12	13.15	13.13	"	2,217	1,031	2,150	6.2	106.2	2,024			61.1	
D ₃	13.12	13.32	13.20	13.32	13.24	"	2,235	1,039	2,151	6.2	106.2	2,025	2,023		54.6	59.0
E ₁	13.50	13.48	13.57	13.49	13.51	"	2,330	1,060	2,198	7.2	107.2	2,050			70.7	
E ₂	12.85	12.80	12.80	12.87	12.83	"	2,205	1,007	2,190	7.2	107.2	2,043			68.8	
E ₃	13.20	13.18	13.28	13.18	13.21	"	2,280	1,037	2,199	7.2	107.2	2,051	2,048		61.8	67.1
F ₁	13.85	13.87	14.05	13.82	13.90	"	2,445	1,091	2,241	7.8	107.8	2,079			60.4	
F ₂	13.86	14.33	14.03	12.05	13.94	"	2,415	1,094	2,207	7.8	107.8	2,047			79.0	
F ₃	14.40	14.38	14.49	14.42	14.42	"	2,490	1,132	2,200	7.8	107.8	2,041	2,056		73.2	70.9

図 - 15. - 軸圧縮強度 - 含水比

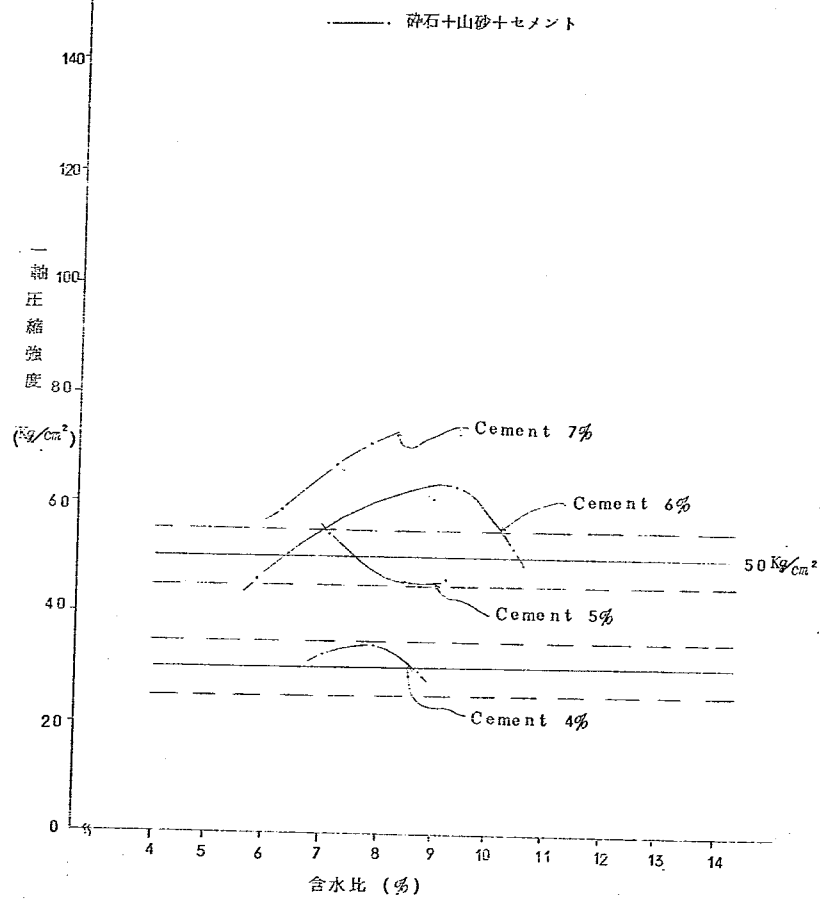
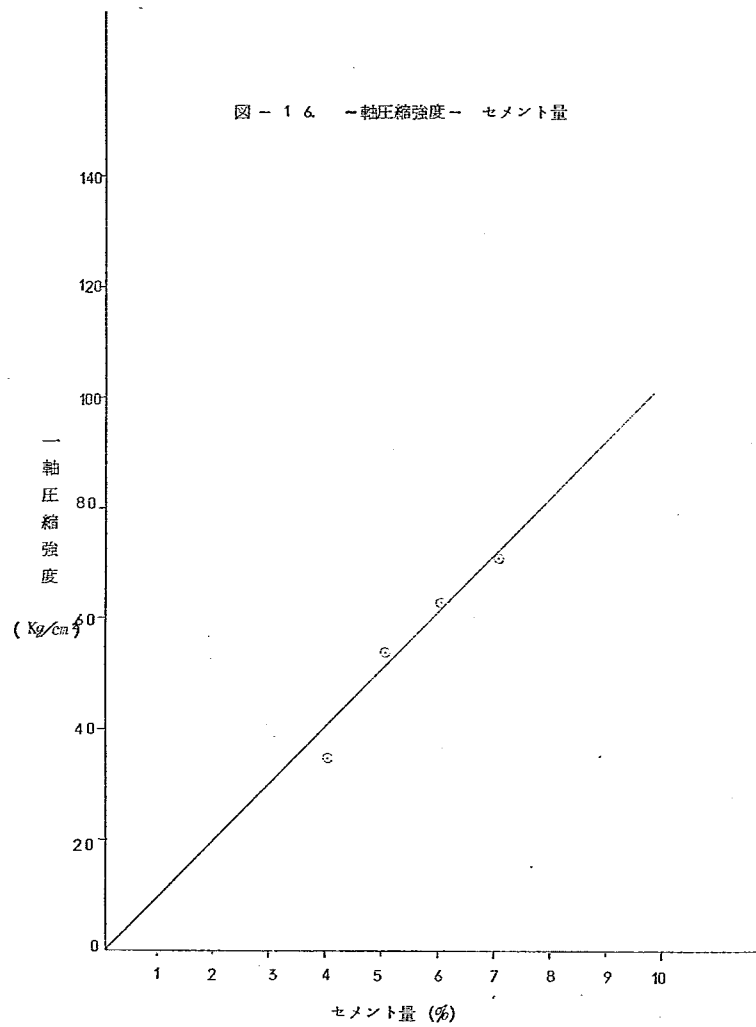
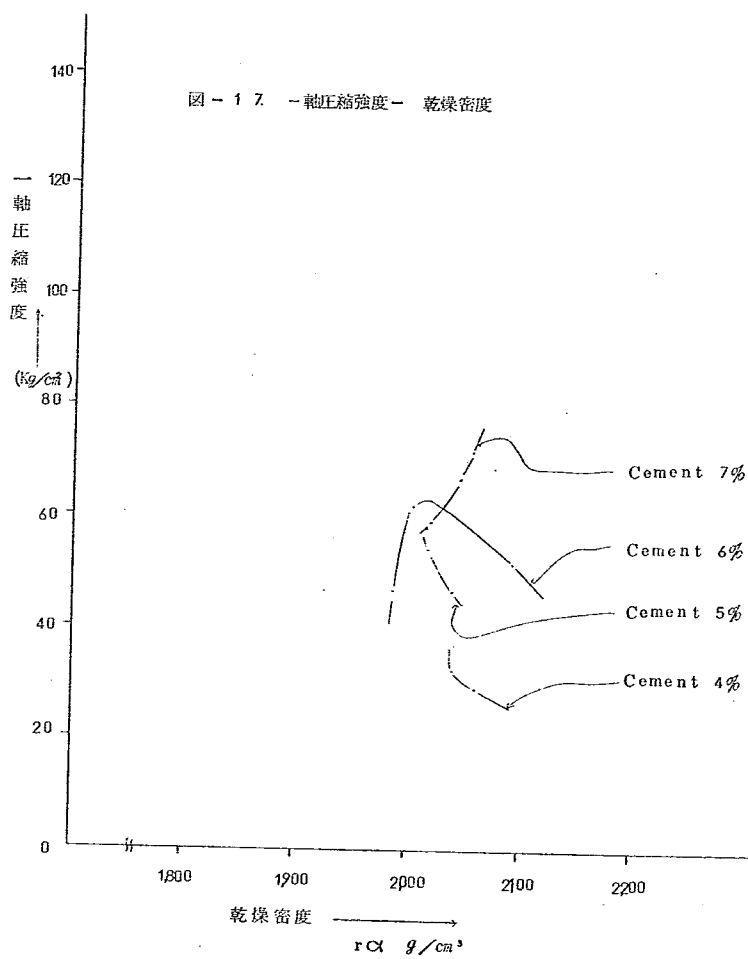


図 - 16. 一軸圧縮強度 - セメント量





8. 各使用セメント配合比を決定したときの単価の比較

目標強度を $30 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ 、 $50 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ としたソイルセメント合材（碎石と山砂とファイラーとセメント）の使用セメント量はそれぞれ、2 ㍻および 3 ㍻であり、別配合ソイルセメント合材（碎石と山砂とセメント）の使用セメント量はそれぞれ 4 ㍻および 5 ㍻であることがわかった。各配合に対する単価表は表-10 に示す通りで、同じ強度を得るのにファイラーを用いた方が用いない方よりも m^3 当り約 400 円高くなる。

表-10. 各種配合に対する単価表

碎石と山砂とファイラー										
種別 区分	碎石 50-20	碎石 20-10	碎石 10-5	碎石 5-25	山砂	ファイラー	セメント	含水比	$\sigma 7 (\frac{\%}{\text{cm}^2})$	単価
混合比率	125%	92%	130%	260%	266%	97%	50%	84	459	
容 積	0.251 m^3	0.177 m^3	0.250 m^3	0.499 m^3	0.599 m^3	265 kg	95 kg		497	
金 額	502-	354-	500-	998-	210-	795-	570-		平均 518 48.9	3929-
碎石と山砂とファイラー										
種別 区分	碎石 30-20	碎石 20-10	碎石 10-5	碎石 5-25	山砂	ファイラー	セメント	含水比	$\sigma 7 (\frac{\%}{\text{cm}^2})$	単価
混合比率	126%	93%	131%	263%	269	98	20	83	349	
容 積	0.253	0.179	0.250	0.505	0.605	268 kg	63 kg		369	
金 額	504-	358-	500-	1010-	212-	804-	378-		平均 36.9 36.2	5768-
碎石と山砂										
種別 区分	碎石 30-20	碎石 20-10	碎石 10-5	碎石 5-25	山砂		セメント	含水比	$\sigma 7 (\frac{\%}{\text{cm}^2})$	単価
混合比率	114%	81%	143%	261%	352%		50	7.1	624	
容 積	0.229	0.156	0.275	0.501	0.792		158 kg		506	
金 額	458-	312-	550-	1002-	277-		948		平均 490 540	3547-
碎石と山砂										
種別 区分	碎石 50-20	碎石 20-10	碎石 10-5	碎石 5-25	山砂		セメント	含水比	$\sigma 7 (\frac{\%}{\text{cm}^2})$	単価
混合比率	115	82	144	264	355		40	7.9	324	
容 積	0.231	0.157	0.276	0.507	0.799		126 kg		363	
金 額	462-	314-	552-	1014-	280-		756-		平均 342 342	3378-

⑧ 単価は現場着単価とし右記に依る。碎石 2,000 円/ m^3 山砂 3,500 円/ m^3 ファイラー 3 円/ kg セメント 6 円/ kg

9. 試験結果の考察

① 碎石と山砂とファイラーセメントを使用した場合のOMCは8.8～9.2%で最大乾燥密度は $2.12 \sim 2.16 \text{ g/cm}^3$ であり、碎石と山砂とセメントは資料数が少ないので、推定しがたいが、OMCが8～9%で最大乾燥密度は $2.01 \sim 2.06 \text{ g/cm}^3$ である。

② 一軸圧縮強度と含水比との関係は図-12、図-15に示す通りで、碎石と山砂とファイラーとセメントを使用した場合は（粒度曲線が良いため）想定した強度を上まわるが、欠点として、含水比を1%変えると強度が $10 \sim 20 \text{ kg/cm}^2$ 変化する。この点碎石と山砂とセメントを使用した場合は含水比が（OMC附近で）2～3%変つても強度の変化は $5 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ 位であるので現場管理上後者を採択した。

③ 一軸圧縮強度と乾燥密度との関係は図-15、図-16に示す。一軸圧縮強度と乾燥密度との関係は粗骨材の混入の影響でバラツキが多いのと、資料数が少ないので関係が見出せなかつた。しかし異様な現象はOMC附近が強度が低下する傾向にある。

④ 一軸圧縮強度とセメント量との関係は図-11、図-16に示す通りで碎石と山砂とセメントの混合骨材に対し、碎石と山砂とファイラーとセメントの混合骨材は同じセメント量に対し約2倍の強度が得られる。これはソイルセメントの目標範囲の理想曲線に入っている為（ファイラー混入の影響）と思われる。

以上のような結果より現場管理等を考えた場合、ファイラーを使用した時には強度が同量セメントの場合で約2倍の強度が得られるが強度は含水比により非常にピン感に左右される為、所定の目標強度管理が非常に困難となる恐れがあり更にファイラーを使用してセメント量を減少しても、ファイラーの使用量が約10%位となるため単価的には高くなる等の結果となるので粒度曲線中0.075mmの残留率が粒度範囲に入らないが碎石と山砂とセメントのみの合材として、今後の試験舗装を実施することにした。

附圖 金町道路舗装工事実施工程表

☐ 工事予定日
☒ 工事実施日

工期のはずれたのは、7月初旬より2.0頃迄降雨日が続いたためである。