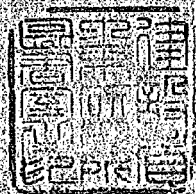


土木研究所資料

オ 134 号

矢作ダムコンクリート試験



昭和 年 月

建設省土木研究所

# 矢作ダム・コンクリート 試験 報告 書

矢作ダム・コンクリート用骨材として予定したダム地点<sup>原石山</sup>より採取した骨材について、凍結融解による耐久性および熱的性質についての資料を得るために行なったもので、その試験結果について報告する。

## (I) 凍結融解による耐久性試験

次の項目について凍結融解による耐久性を調べた。

- i コンクリートの水セメント比と耐久性との関係 (4種類)
- ii 凍結融解作用開始時のコンクリートの材令と耐久性との関係 (4種類)
- iii コンクリートの空気量と耐久性との関係 (2種類)

### 1. コンクリート材料

各材料は次のごとくである。

#### 1) セメント

日本社埼玉工場普通ポルトランド・セメントである。

#### 2) A E 剤

ビンソールで使用に際しては10%水溶液で用いた。

#### 3) 細骨材

細骨材は花崗岩質の砕砂(神戸製鋼株式会社のモデルプラントで破碎したもの)で、試験結果を示すと表-1.1のごとくである。表-1.1に示すごとく、一般物理試験の範囲ではダム用コンクリート骨材としては十分満足できる細骨材であるといえることができる。

表 - 1. 1

| 比重   | 吸水量<br>(%) | 安定性試験による損失重量(%) |             |             |             |                         | 粒 度                |             |             |             |              |            |      |
|------|------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|------|
|      |            | 5.0~<br>2.5     | 2.5~<br>1.2 | 1.2~<br>0.6 | 0.6~<br>0.3 | 右して<br>の<br>粒<br>度<br>と | 各ふるいに留る量の重量百分率 (%) |             |             |             |              |            | F. M |
|      |            | 5.0~<br>2.5     | 2.5~<br>1.2 | 1.2~<br>0.6 | 0.6~<br>0.3 |                         | 5.0~<br>2.5        | 2.5~<br>1.2 | 1.2~<br>0.6 | 0.6~<br>0.3 | 0.3~<br>0.15 | 0.15<br>以下 |      |
| 2.62 | 0.80       | 4.3             | 3.1         | 4.8         | 3.5         | 2.8                     | 92                 | 17.6        | 23.8        | 22.9        | 16.0         | 10.5       | 2.50 |

(註) 安定性試験には硫酸ナトリウムを用いた。

細骨材は表-1.1に示すごとく0.15mm以下の量が10.5%と、一般にコンクリート用骨材として用い粒度より大きい値を示している。これは推測したところ砕砂生産過程に水洗の項がないためと思われる。よつて表-1.1の砕砂を0.15mmふるいでふるい、表-1.2に示す粒度の砕砂にして実験に用いた。

表 - 1.2

| 各ふるいに留る量の重量百分率 (%)    |                       |                       |                       |                        |                      | F. M |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------|
| 5.0~2.5 <sup>mm</sup> | 2.5~1.2 <sup>mm</sup> | 1.2~0.6 <sup>mm</sup> | 0.6~0.3 <sup>mm</sup> | 0.3~0.15 <sup>mm</sup> | 0.15以下 <sup>mm</sup> |      |
| 10.0                  | 19.3                  | 26.2                  | 25.1                  | 17.4                   | 1.9                  | 27.3 |

なお、実験に用いた粗骨材は、計量する前に予じめ十分吸水させたもので表面水量が僅かにある程度の状態のものをを用いた。

#### 4) 粗骨材

粗骨材は細骨材と同質の花崗岩砕石で、物理試験の結果は表-1.3のごとくである。

表 - 1.3

| 粒 径<br>(mm) | 比 重  | 吸水量<br>(%) | スリヘリ減量(%) |      | 安 定 性   |       |       | 単位容積量<br>(kg) |
|-------------|------|------------|-----------|------|---------|-------|-------|---------------|
|             |      |            | B 粒度      | C 粒度 | 損失重量(%) | 試験前個数 | 試験後個数 |               |
| 25~20       | 2.64 | 0.52       | /         | /    | 2.8     | 113   | 112   | /             |
| 20~15       | 2.65 | 0.55       |           |      | 7.2     | 183   | 174   |               |
| 15~10       | 2.63 | 0.64       |           |      | 3.8     | —     | —     |               |
| 10~5        | 2.63 | 0.80       |           |      | 5.0     | —     | —     |               |
| 混合          | 2.63 | 0.63       | 19.2      | 22.8 | 4.6     | —     | —     | 1524          |

表-1.3の結果の範囲では、ダム用コンクリート骨材として十分満足できる粗骨材であるといことができる。

実験に用いた粒度は、送付された試料の量の関係から、25~20mm 25%、20~15mm 32%、15~10mm 20%、10~5mm 23%となるように一度ふるい分けたものを再混合して用いた。

なお、粗骨材は表面乾燥飽和状態にして用いた。

#### 2. コンクリートの配合

配合は表-1.4のごとく定めた。

表 - 1.4

| 配合番号 | 粗骨材の<br>最大寸法<br>(mm) | 単位水量<br>(kg) | 単位セメント量<br>(kg) | 水セメント比<br>(%) | 細骨材率<br>(%) | 単位細骨材量<br>(kg) | 単位粗骨材量<br>(kg) | スランプ<br>(cm) | 空気量<br>(%) |
|------|----------------------|--------------|-----------------|---------------|-------------|----------------|----------------|--------------|------------|
| 1    | 25                   | 185          | 463             | 40            | 39.7        | 649            | 991            | 5.5          | 4.2        |
| 2.2' |                      |              | 370             | 50            | 42.4        | 726            |                | 6.0          | 4.5        |
| 3    |                      |              | 277             | 66.7          | 44.9        | 804            |                | 5.5          | 4.9        |
| 4.4' |                      |              | 231             | 80            | 46.0        | 842            |                | 4.5          | 5.0        |
| 5    |                      | 165          | 330             | 50            | 38.3        | 615            |                | 10.0         | 9.0        |

〔註〕 試験項目と配合との関係を示すと次のごとくである。

| 試験項目              | 配合番号         |
|-------------------|--------------|
| コンクリートの水セメント比と耐久性 | 1, 2, 3, 4   |
| コンクリートの材令と耐久性     | 2, 2', 4, 4' |
| 空気量と耐久性           | 2, 5         |

## 3. コンクリートの練り混ぜおよび養生

練り混ぜはパッチの大きさを20ℓ（たゞし、配合-2, 4は2', 4'の供試体も同じパッチから造るため30ℓとした）とし、2切の可傾式ミキサーで行なった。練り混ぜ方法は全材料投入後3分間混合し、1分間ミキサーを止め更に1分間練り混ぜを行なった。ミキサーから排出したコンクリートは練り板上にて1往復の切返しを行ない、空気量、スランブが所要値であることを確かめたのち供試体（7.5×10×40cm）を製作した。

供試体は製作後24時間湿空中で養生し、脱形してから所要の試験開始材令まで2℃±3℃の水中にて養生を行なった。

## 4. 試験方法

凍結融解の繰返しはA. S. T. M C290-57Tの規定に従った。凍結融解の繰返しが進むにともない、コンクリートの損傷程度をJ. I. S A-1127の規定している共鳴振動によるコンクリートの動弾性係数の変化および供試体重量の変化および供試体の外観変化等により判定した。

なお、凍結融解繰返しを開始した材令は配合-1, 2, 3, 4, 5は材令14日から、配合-2', 4'は材令28日からである。

## 5. 試験結果および考察

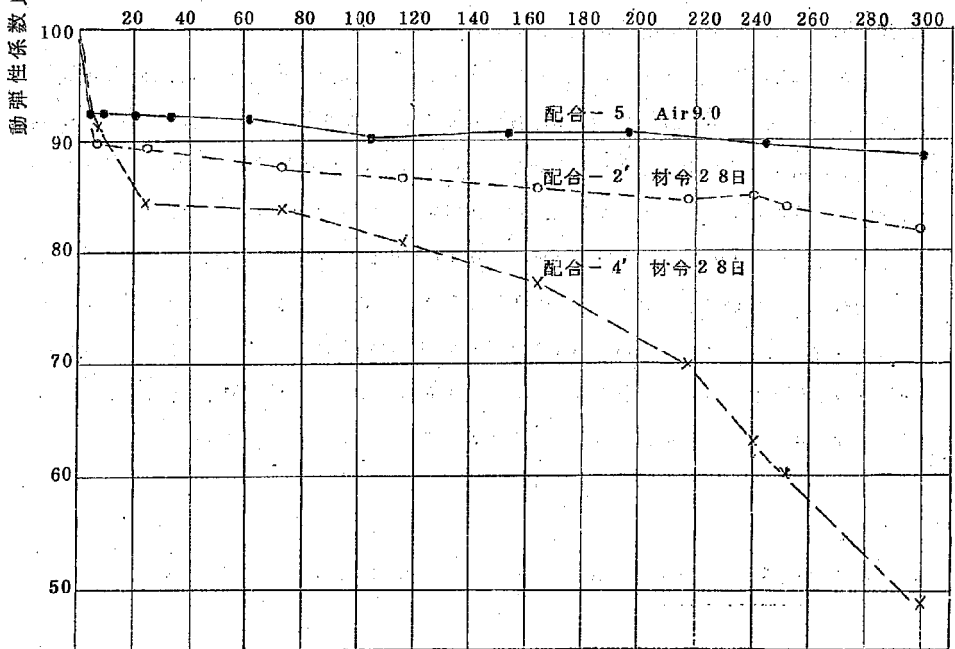
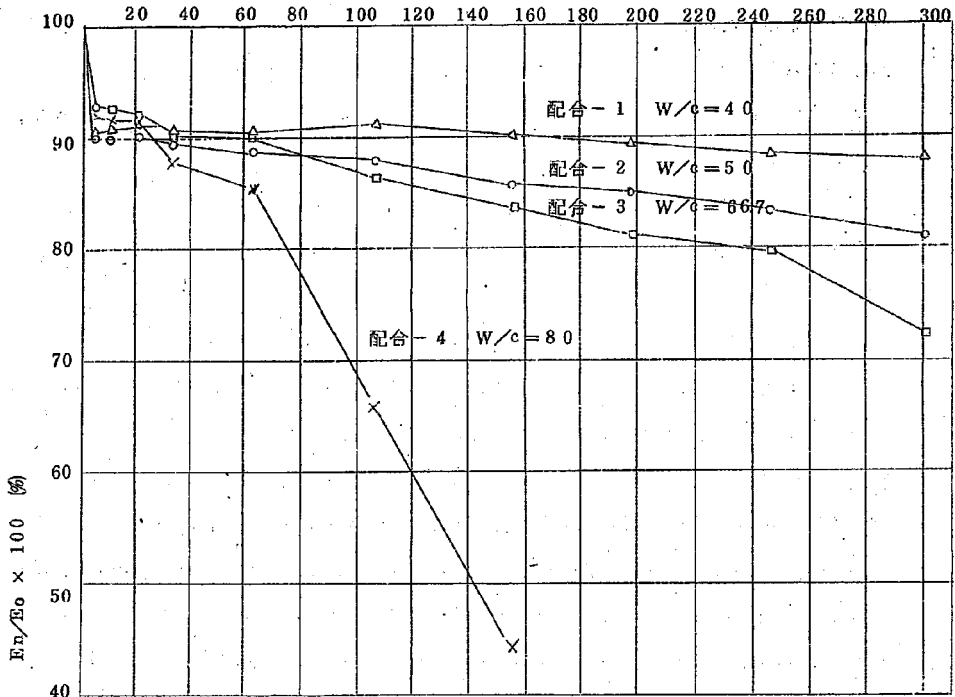
- 1) 動弾性係数比（凍結融解作用開始時の動弾性係数  $E_0$  と各測定時における動弾性係数  $E_n$  との比、すなわち  $E_n/E_0 \times 100$ ）

動弾性係数の測定は、前記したごとく JIS A-1127 の規定に従った共振振動法によるたわみ振動によつて求めたが、この場合のたわみ振動の方向は  $7.5 \times 10 \times 40 \text{ cm}$  供試体で、はりの高さを  $10 \text{ cm}$  としたものと、 $7.5 \text{ cm}$  にしたものと 2 方向の動弾性係数を求めそれぞれ  $E_1$ 、 $E_2$  とした。凍結融解繰返しにともなう動弾性係数の変化は、動弾性係数比で示し、付表-1<sup>わい</sup>のごとくである。付表-1<sup>わい</sup>で判るごとく、凍結融解作用開始時の動弾性係数は振動方向により多少異なり各配合の供試体とも約 3 %  $E_1$  の方が大きい値を示している。しかしながら凍結融解作用繰返しにともなう動弾性係数比は振動方向により差があるように思われなため両者の平均値について、供試体の損傷程度を判定することにした。凍結融解繰返し回数と平均動弾性係数比との関係を示すと表-1.5 のごとくで、これを図で示すと図-1.1 のごとくである。

表-1.5

| 配合<br>番号 |       | $E_0$  | $E_n/E_0 \times 100$ (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------|--------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          |       |        | 5                        | 11   | 22   | 34   | 63   | 107  | 156  | 198  | 247  | 300  |
| 1        | $E_1$ | 393630 | 90.7                     | 90.7 | 91.4 | 90.5 | 90.2 | 91.6 | 89.7 | 88.8 | 87.8 | 87.0 |
|          | $E_2$ | 380780 | 90.3                     | 91.0 | 90.8 | 90.6 | 90.6 | 90.5 | 90.5 | 90.0 | 89.3 | 88.9 |
|          | 平均    | 387210 | 90.5                     | 90.9 | 91.1 | 90.6 | 90.4 | 91.1 | 90.1 | 89.4 | 88.6 | 88.0 |
| 2        | $E_1$ | 373650 | 90.1                     | 89.2 | 90.2 | 89.0 | 88.2 | 88.1 | 85.4 | 84.7 | 83.5 | 80.7 |
|          | $E_2$ | 371710 | 89.6                     | 90.5 | 90.2 | 89.7 | 89.0 | 87.4 | 85.9 | 85.2 | 83.1 | 81.0 |
|          | 平均    | 372680 | 89.9                     | 89.9 | 90.2 | 89.4 | 88.6 | 87.8 | 85.7 | 85.0 | 83.3 | 80.9 |
| 3        | $E_1$ | 325170 | 92.5                     | 92.1 | 91.3 | 88.9 | 88.8 | 85.0 | 82.2 | 79.0 | 75.6 | 69.7 |
|          | $E_2$ | 316790 | 93.1                     | 93.3 | 92.7 | 91.0 | 90.8 | 87.4 | 84.9 | 83.3 | 79.5 | 74.4 |
|          | 平均    | 320980 | 92.8                     | 92.7 | 92.0 | 90.0 | 89.8 | 86.2 | 83.6 | 81.2 | 79.6 | 72.1 |
| 4        | $E_1$ | 286710 | 92.4                     | 91.0 | 91.4 | 87.5 | 85.7 | 64.9 | 43.4 | —    | —    | —    |
|          | $E_2$ | 278680 | 92.6                     | 92.3 | 91.7 | 88.0 | 84.7 | 66.6 | 45.0 | —    | —    | —    |
|          | 平均    | 282700 | 92.5                     | 91.7 | 91.6 | 87.8 | 85.2 | 65.8 | 44.2 | —    | —    | —    |
| 5        | $E_1$ | 309350 | 92.3                     | 92.3 | 91.6 | 91.5 | 91.9 | 89.4 | 90.4 | 90.2 | 89.0 | 88.6 |
|          | $E_2$ | 299210 | 92.9                     | 92.9 | 93.1 | 93.0 | 92.1 | 91.4 | 91.3 | 91.3 | 89.5 | 89.0 |
|          | 平均    | 364280 | 92.6                     | 92.6 | 92.4 | 92.3 | 92.0 | 90.4 | 90.9 | 90.8 | 89.8 | 88.8 |

図-1.1 凍結融解繰返し回数



凍結融解繰返しによる動弾性係数比の変化は、図-1.1に示すごとくで、初めの数サイクル(第1回目の測定の時)における動弾性係数比の低下が著しく大きく各配合とも約8%~10%を示した。この場合の低下の傾向はコンクリートの配合には余り関係がないことから考えると、動弾性係数測定時の供試体温度の影響によるものではないと思われる。

すなわち凍結融解作用開始時の供試体の温度は養生水槽より取出した直後のものであり、約20℃位あり、各測定時におけるコンクリートの温度は約5℃位であるからである。したがって、第1回目の測定時における動弾性係数の低下は凍結融解による損傷とは別のものではないと思われる。(しかしながら本実験では一応凍結融解による損傷とみなしておく)

凍結融解繰返しが更に進むと徐々に各配合によって差異が現われてきた。すなわち配合-1, 2, 3, 4はコンクリートの水・セメント比を変化させた場合の供試体であるが、凍結融解繰返し回数で約20サイクルまでは、各配合の供試体とも同じような動弾性係数比の低下を示したが、その後は水・セメント比の大きいものほど低下率が大きくなり、300サイクルにおける動弾性係数比は、配合-1すなわち水・セメント比40%のものは88%, 配合-2すなわち水・セメント比50%のものは80.9%, 配合-3すなわち水・セメント比66.7%のものは72.1%になった。配合-4すなわち水・セメント比80%のものは凍結融解繰返し回数60サイクル位より急激に動弾性係数比の低下が大きくなり、156サイクルの測定では44.2%になり、198サイクルでは2本中1本が、動弾性係数の測定が不能になったため、その後の測定を止めた。

配合-2', 4'は配合-2, 4と同じコンクリートを材令28日から凍結融解作用を与えたものであるが、配合-2'すなわち水・セメント比50%のものは材令14日から凍結融解作用を与えたものと同じ傾向を示し、配合-4'すなわち水・セメント比80%のものは、材令14日から凍結融解作用を与えたものよりも動弾性係数比の低下が緩慢になり、300サイクルで動弾性係数比48.8%となった。

配合-5すなわち水・セメント比50%で空気量を9%としたコンクリートでは、凍結融解繰返し回数の初期において約7%低下してからは殆んど低下がなく、300サイクルの動弾性係数比は88.8%と水・セメント比40%の低下率と同じ程度であつた。

以上の結果から各配合の耐久係数を求めると表-1.6のごとくである。

表-1.6

| 配合番号 | 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 2'   | 4'   |
|------|----|------|------|------|------|------|------|
| 耐久係数 | 88 | 80.1 | 72.2 | 39.8 | 88.7 | 81.8 | 50.6 |

2) 供試体の重量減少率(凍結融解作用開始時の供試体重量 $W_0$ と各測定時における供試体重量 $W_n$ との比, すなわち  $\frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100$  )

凍結融解繰返し回数と重量減少率の関係を示すと表-1.7(詳細は付表-3参照)のごとくで, これを図で示すと図-1.2のごとくである。

表-1.7

| 配合<br>番号 | $W_0$ | $\frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100$ (%) |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|----------|-------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|          |       | 5                                      | 11   | 22   | 34   | 63   | 107  | 156  | 198  | 247   | 300  |
| 1        | 7,123 | -0.03                                  | 0.08 | 0.22 | 0.40 | 0.54 | 0.83 | 1.09 | 1.40 | 1.73  | 2.14 |
| 2        | 7,103 | -0.04                                  | 0.11 | 0.29 | 0.51 | 1.01 | 2.01 | 2.81 | 3.36 | 3.86  | 4.45 |
| 3        | 7,026 | -0.02                                  | 0.19 | 0.55 | 0.97 | 2.37 | 3.97 | 4.99 | 6.29 | 7.41  | 8.54 |
| 4        | 6,973 | -0.14                                  | 0.20 | 0.48 | 1.03 | 2.71 | 5.99 | 7.10 | 8.88 | -     | -    |
| 5        | 6,786 | -0.13                                  | 0.16 | 0.36 | 0.56 | 1.07 | 1.95 | 2.66 | 3.16 | 3.70  | 4.19 |
| 配合<br>番号 | $W_0$ | $\frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100$ (%) |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|          |       | 8                                      | 25   | 74   | 117  | 165  | 218  | 241  | 253  | 300   |      |
| 2'       | 7,112 | -0.02                                  | 0.37 | 0.83 | 1.36 | 2.10 | 2.73 | 2.92 | 3.08 | 3.58  |      |
| 4'       | 6,996 | 0.10                                   | 0.84 | 2.84 | 4.21 | 6.00 | 7.79 | 8.56 | 9.03 | 10.46 |      |

図-1.2に示すごとく配合-1, 2, 3, 4すなわちコンクリートの水・セメント比40, 50, 66.7および80%では, 水・セメント比の大きいものほど重量減少率は大きくなっている。

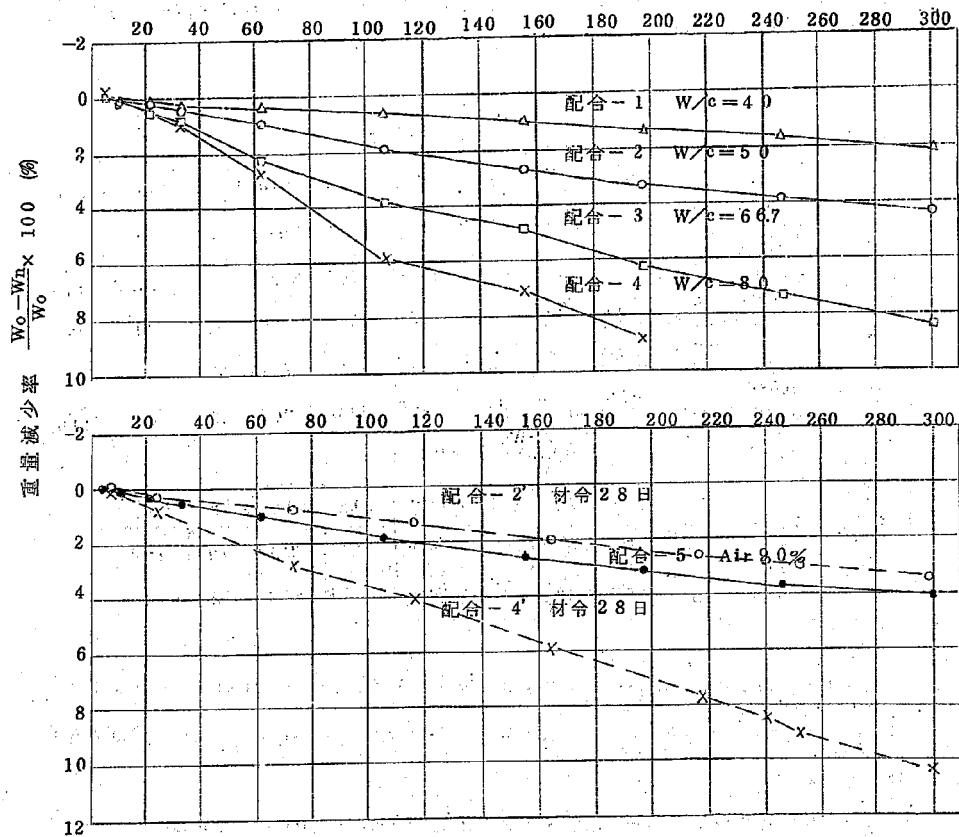
動弾性係数比の低下の場合には水・セメント比が66.7%と80%とで著しい差が認められたが, 重量減少率ではそのような著しい変化はない。

配合-2', 4'では, いずれも同じ水・セメント比で材令14日より凍結融解作用を与えた供試体よりも重量減少率は小さい値を示している。

配合-5では, 配合-2の同じ水・セメント比とほぼ同じような重量減少率を示している。

図-1.2

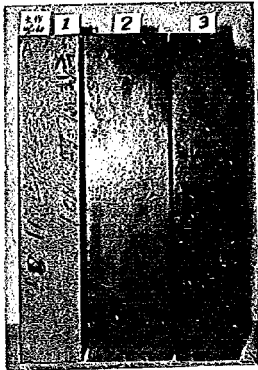
凍結融解繰返し回数



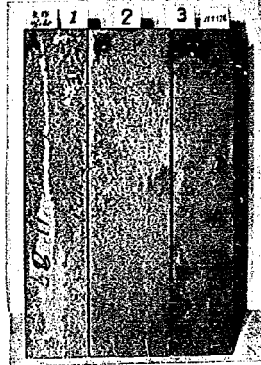
### 3) 供試体の外観の変化

凍結融解作用による供試体の外観の変化過程を示すと、写真1~7のごとくである。

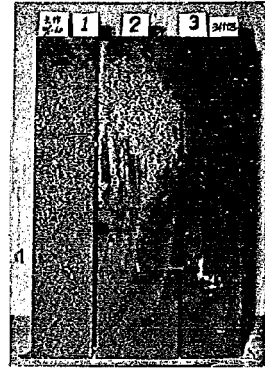
写真 - 1 ・ 配合 - 1



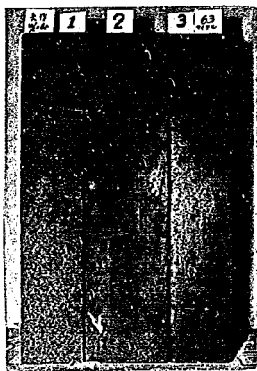
凍結融解作用開始時  
の供試体の表面



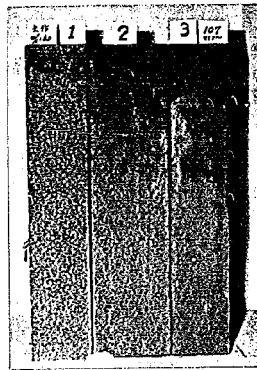
11 サイクル



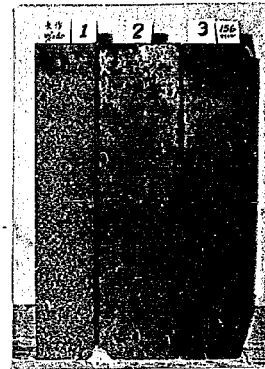
34 サイクル



63 サイクル



107 サイクル



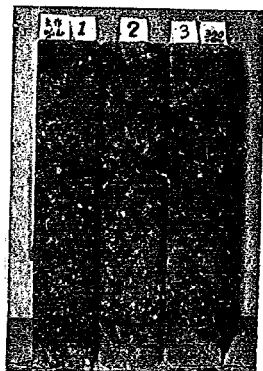
156 サイクル



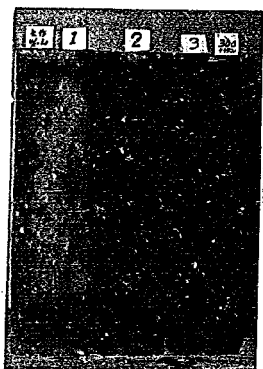
198 サイクル



247 サイクル



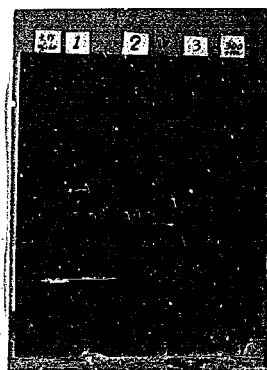
300 サイクル  
A 面



"  
B 面



"  
C 面

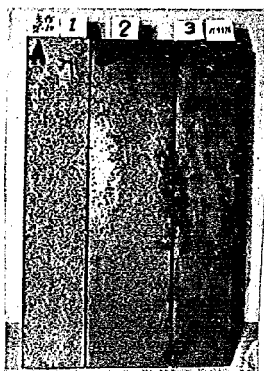


300 サイクル  
D 面

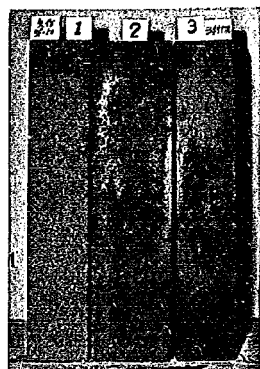
写真 - 2 ・ 配合 - 2



凍結融解作用開始時  
の供試体の表面



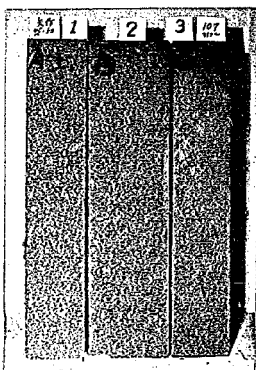
11 サイクル



34 サイクル



63 サイクル



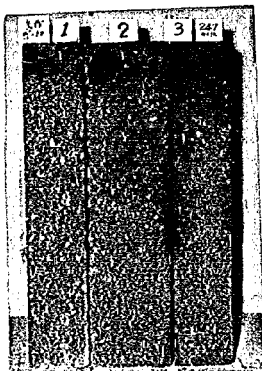
107 サイクル



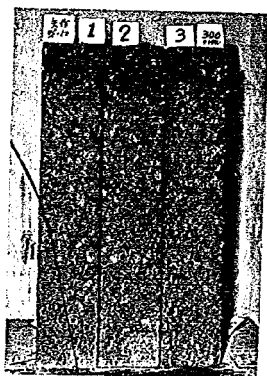
156 サイクル



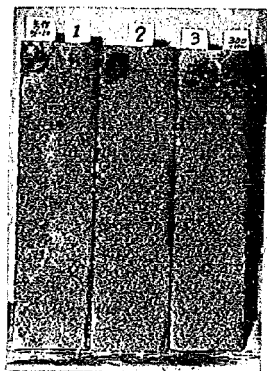
198 サイクル



247 サイクル



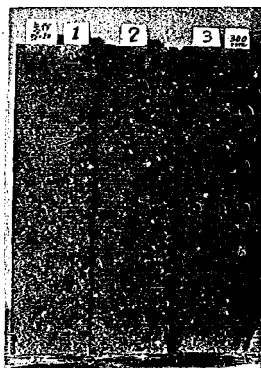
300 サイクル  
A 面



300 サイクル  
B 面

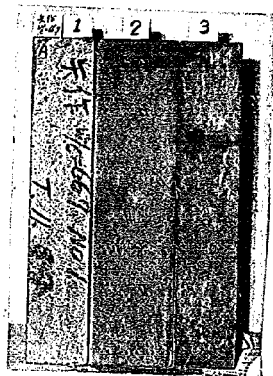


300 サイクル  
C 面

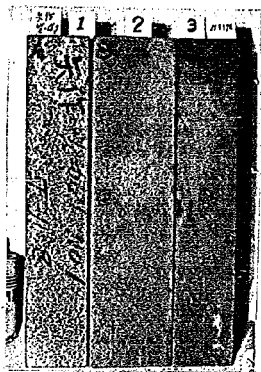


300 サイクル  
D 面

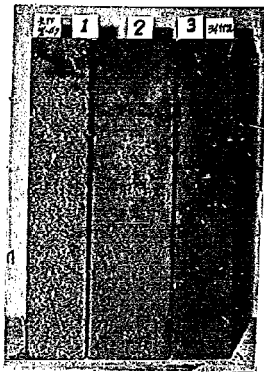
写真 - 3 ・ 配合 - 3



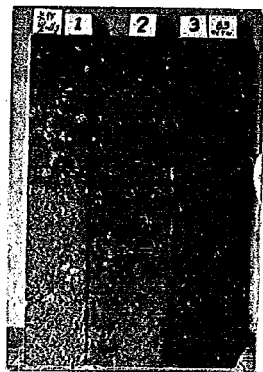
凍結融解作用開始時  
の供試体の表面



11 サイクル



34 サイクル



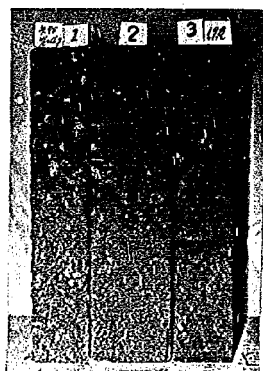
63 サイクル



107 サイクル



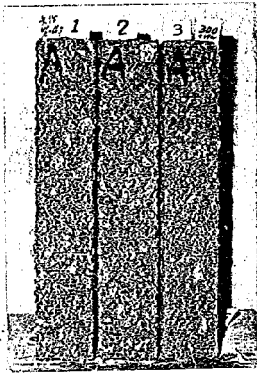
156 サイクル



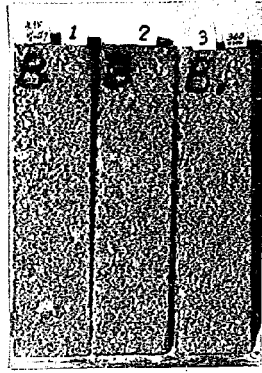
198 サイクル



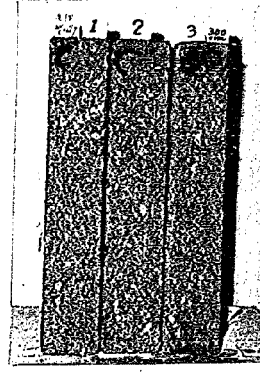
247 サイクル



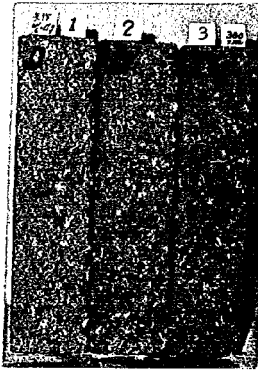
300サイクル  
A 面



300サイクル  
B 面



300サイクル  
C 面

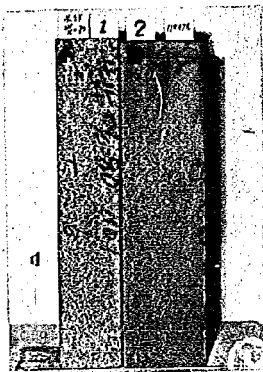


300サイクル  
D 面

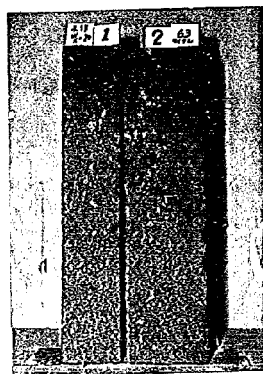
写真 - 4 ・ 配合 - 4



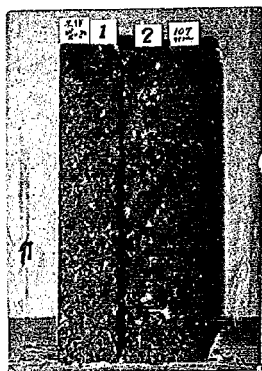
凍結融解作用開始時  
の供試体の表面



11サイクル



63サイクル



107サイクル



156サイクル



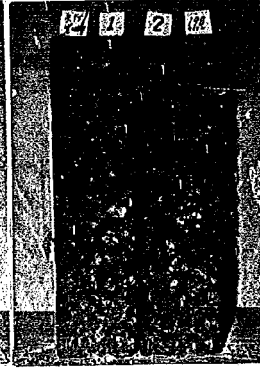
198サイクル  
A 面



198サイクル  
B 面



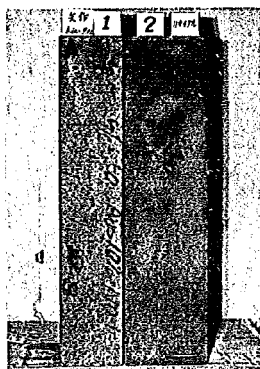
198サイクル  
C 面



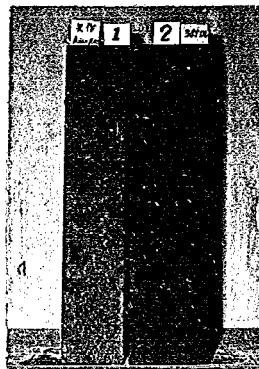
198サイクル  
D 面



凍結融解作用開始時  
の供試体の表面



11 サイクル



34 サイクル



63 サイクル



107 サイクル



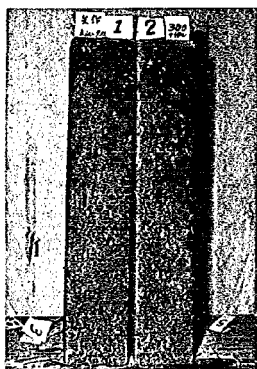
156 サイクル



198 サイクル



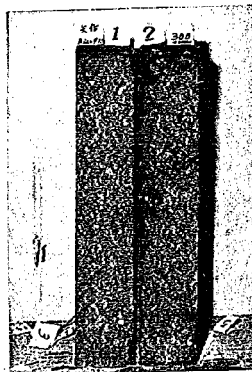
247 サイクル



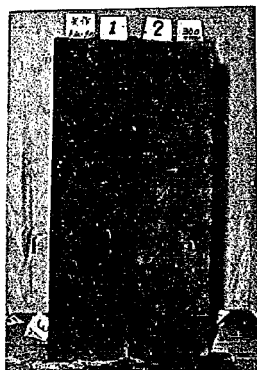
300サイクル  
A 面



300サイクル  
B 面

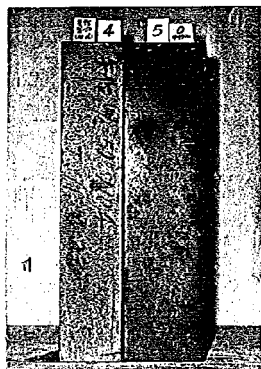


300サイクル  
C 面

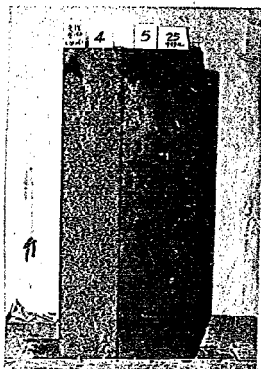


300サイクル  
D 面

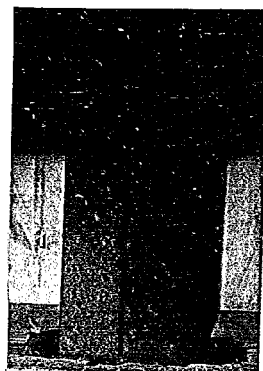
写真 - 6 ・ 配合 - 2'



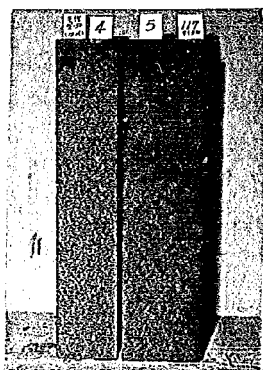
凍結融解作用開始時  
の供試体の表面



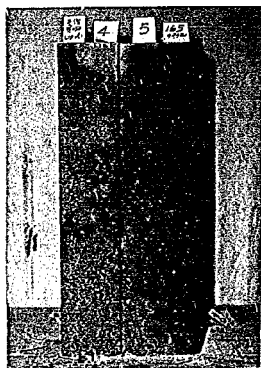
25サイクル



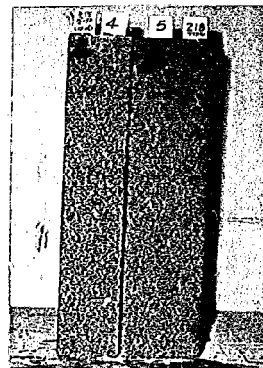
74サイクル



117サイクル



165サイクル



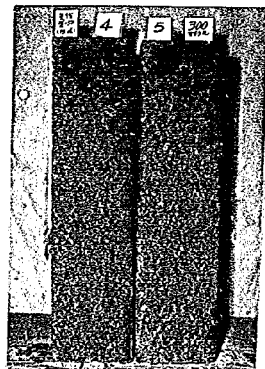
218サイクル



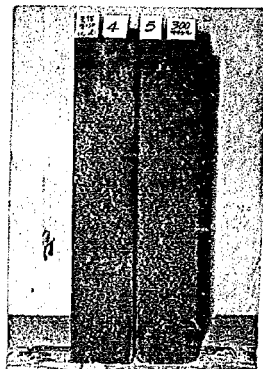
241サイクル



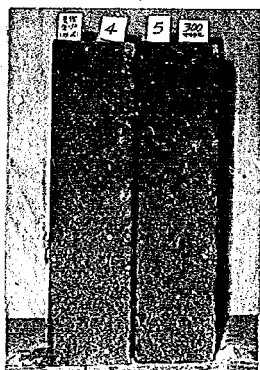
300サイクル  
A 面



300サイクル  
B 面

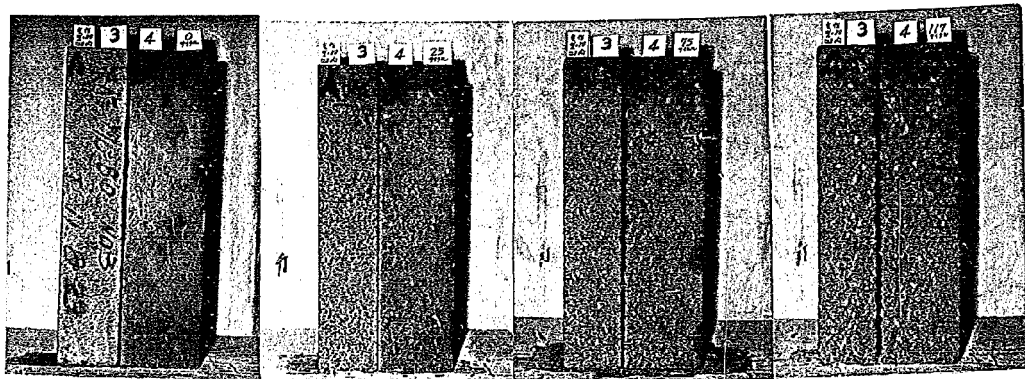


300サイクル  
C 面



300サイクル  
D 面

写真 - 7 ・ 配合 - 4'

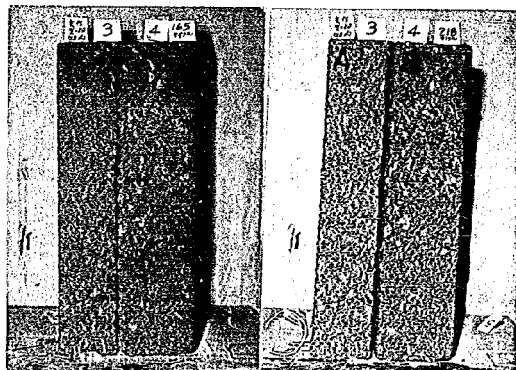


凍結融解作用開始時  
の供試体の表面

25サイクル

74サイクル

117サイクル



165サイクル

218サイクル



241サイクル



300サイクル  
A 面



300サイクル  
B 面



300サイクル  
C 面



300サイクル  
D 面

付表-1  $h=10\text{cm}$  とした場合の動弾性係数比

| 配合番号 | $\lambda$ | $E_0$   | $E_n/E_0 \times 100$ (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|-----------|---------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |           |         | 5                        | 11   | 22   | 34   | 63   | 107  | 156  | 198  | 247  | 309  |
| 1    | 1         | 391,170 | 90.7                     | 91.5 | 91.2 | 91.1 | 91.0 | 89.9 | 89.9 | 88.6 | 88.1 | 87.5 |
|      | 2         | 390,750 | 91.2                     | 90.2 | 90.9 | 90.3 | 89.7 | 90.0 | 89.7 | 88.8 | 87.7 | 87.2 |
|      | 3         | 398,960 | 90.3                     | 90.2 | 92.2 | 90.0 | 89.8 | 90.5 | 89.5 | 88.2 | 87.5 | 86.8 |
|      | 平均        | 393,630 | 90.7                     | 90.7 | 91.4 | 90.5 | 90.2 | 91.6 | 89.7 | 88.8 | 87.8 | 87.0 |
| 2    | 1         | 374,700 | 90.2                     | 88.9 | 89.7 | 89.5 | 87.8 | 87.5 | 85.2 | 84.2 | 83.1 | 78.5 |
|      | 2         | 374,610 | 89.5                     | 89.1 | 90.5 | 89.3 | 88.7 | 88.3 | 85.0 | 84.8 | 83.5 | 81.1 |
|      | 3         | 371,630 | 90.7                     | 89.5 | 90.4 | 88.2 | 88.2 | 88.6 | 86.1 | 85.1 | 84.0 | 82.6 |
|      | 平均        | 373,650 | 90.1                     | 89.2 | 90.2 | 89.0 | 88.2 | 88.1 | 85.4 | 84.7 | 83.5 | 80.7 |
| 3    | 1         | 323,250 | 91.7                     | 90.5 | 90.0 | 86.5 | 86.5 | 81.5 | 78.3 | 73.7 | 68.7 | 61.2 |
|      | 2         | 327,570 | 93.1                     | 92.9 | 91.1 | 89.6 | 90.6 | 87.5 | 84.7 | 82.4 | 79.4 | 73.5 |
|      | 3         | 324,690 | 92.6                     | 93.0 | 92.7 | 90.7 | 89.4 | 85.9 | 83.7 | 81.9 | 78.7 | 74.3 |
|      | 平均        | 325,170 | 92.5                     | 92.1 | 91.3 | 88.9 | 88.8 | 85.0 | 82.2 | 79.0 | 75.6 | 69.7 |
| 4    | 1         | 288,510 | 92.3                     | 90.3 | 90.3 | 87.7 | 85.5 | 72.9 | 56.5 | 34.6 | 測不   |      |
|      | 2         | 284,900 | 92.5                     | 91.6 | 92.4 | 87.2 | 85.8 | 56.8 | 30.3 | 測不   |      |      |
|      | 平均        | 286,710 | 92.4                     | 91.0 | 91.4 | 87.5 | 85.7 | 64.9 | 43.4 |      |      |      |
| 5    | 1         | 306,560 | 93.0                     | 93.0 | 91.8 | 91.7 | 92.1 | 88.1 | 90.7 | 90.3 | 89.8 | 89.4 |
|      | 2         | 312,140 | 91.6                     | 91.5 | 91.3 | 91.2 | 91.6 | 90.7 | 90.0 | 90.0 | 88.2 | 87.7 |
|      | 平均        | 309,350 | 92.3                     | 92.3 | 91.6 | 91.5 | 91.9 | 89.4 | 90.4 | 90.2 | 89.0 | 88.6 |
| 配合番号 | $\lambda$ | $E_0$   | $E_n/E_0 \times 100$ (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|      |           |         | 8                        | 25   | 74   | 117  | 165  | 218  | 241  | 253  | 300  |      |
| 2'   | 1         | 394,760 | 88.9                     | 90.3 | 88.6 | 86.8 | 86.3 | 84.9 | 84.8 | 84.2 | 81.8 |      |
|      | 2         | 390,650 | 88.4                     | 87.7 | 85.4 | 85.0 | 84.3 | 82.5 | 83.3 | 82.1 | 80.5 |      |
|      | 平均        | 392,710 | 88.7                     | 89.0 | 87.0 | 85.9 | 85.3 | 83.7 | 84.1 | 83.2 | 81.2 |      |
| 4'   | 1         | 323,120 | 90.7                     | 87.7 | 84.0 | 81.3 | 77.8 | 75.6 | 68.6 | 66.0 | 53.9 |      |
|      | 2         | 318,910 | 90.7                     | 88.0 | 81.9 | 79.2 | 75.3 | 63.4 | 56.2 | 52.5 | 39.0 |      |
|      | 平均        | 321,020 | 90.7                     | 87.9 | 83.0 | 80.3 | 76.6 | 69.5 | 62.4 | 59.3 | 46.5 |      |

付表 - 2.  $h=7.5\text{ cm}$  とした場合の動弾性係数比

| 配合番号 | No | Eo      | En/Eo × 100 (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|----|---------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |    |         | 5               | 11   | 22   | 34   | 63   | 107  | 156  | 198  | 247  | 300  |
| 1    | 1  | 380,280 | 90.5            | 91.2 | 90.2 | 90.0 | 90.4 | 90.7 | 90.4 | 90.3 | 89.5 | 89.1 |
|      | 2  | 377,210 | 90.3            | 91.5 | 91.3 | 91.2 | 91.0 | 90.6 | 91.0 | 90.6 | 89.6 | 89.2 |
|      | 3  | 384,810 | 90.0            | 90.4 | 90.8 | 90.7 | 90.5 | 90.2 | 90.1 | 89.2 | 88.8 | 88.3 |
|      | 平均 | 380,780 | 90.3            | 91.0 | 90.8 | 90.6 | 90.6 | 90.5 | 90.5 | 90.0 | 89.3 | 88.9 |
| 2    | 1  | 368,820 | 89.7            | 90.9 | 90.5 | 90.2 | 89.3 | 87.5 | 86.2 | 85.9 | 83.3 | 80.5 |
|      | 2  | 378,800 | 90.5            | 92.1 | 91.9 | 90.8 | 90.5 | 87.8 | 86.6 | 85.3 | 84.4 | 81.9 |
|      | 3  | 367,520 | 88.5            | 88.4 | 88.3 | 88.2 | 87.1 | 86.8 | 84.9 | 84.3 | 82.0 | 80.5 |
|      | 平均 | 371,710 | 89.6            | 90.5 | 90.2 | 89.7 | 89.0 | 87.4 | 85.9 | 85.2 | 83.2 | 81.0 |
| 3    | 1  | 311,470 | 93.3            | 93.7 | 93.2 | 91.6 | 90.2 | 85.3 | 83.0 | 80.8 | 76.4 | 68.0 |
|      | 2  | 324,400 | 92.7            | 93.1 | 92.3 | 90.5 | 90.8 | 87.9 | 85.2 | 83.8 | 80.2 | 76.6 |
|      | 3  | 314,500 | 93.2            | 93.0 | 92.7 | 90.9 | 91.4 | 89.1 | 86.5 | 85.3 | 81.8 | 78.7 |
|      | 平均 | 316,790 | 93.1            | 93.3 | 92.7 | 91.0 | 90.8 | 87.4 | 84.9 | 83.3 | 79.5 | 74.4 |
| 4    | 1  | 279,690 | 92.1            | 92.0 | 91.7 | 88.6 | 84.7 | 72.7 | 54.2 | 33.2 | 測不   |      |
|      | 2  | 277,660 | 93.1            | 92.6 | 91.7 | 87.3 | 84.7 | 60.4 | 35.8 | 測不   |      |      |
|      | 平均 | 278,680 | 92.6            | 92.3 | 91.7 | 88.0 | 84.7 | 66.6 | 45.0 |      |      |      |
| 5    | 1  | 293,030 | 93.5            | 93.5 | 93.4 | 93.2 | 93.4 | 92.0 | 92.5 | 92.0 | 90.3 | 89.8 |
|      | 2  | 305,380 | 92.3            | 92.2 | 92.7 | 92.7 | 92.7 | 90.7 | 90.0 | 90.6 | 88.6 | 88.2 |
|      | 平均 | 299,210 | 92.9            | 92.9 | 93.1 | 93.0 | 92.1 | 91.4 | 91.3 | 91.3 | 89.5 | 89.0 |
| 配合番号 | No | Eo      | En/Eo × 100 (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|      |    |         | 8               | 25   | 74   | 117  | 165  | 218  | 241  | 253  | 300  |      |
| 2'   | 1  | 386,930 | 91.0            | 89.1 | 88.5 | 87.5 | 86.3 | 85.4 | 86.4 | 85.2 | 83.1 |      |
|      | 2  | 383,730 | 90.4            | 89.6 | 87.8 | 86.4 | 84.3 | 84.5 | 85.1 | 84.0 | 81.4 |      |
|      | 平均 | 385,330 | 90.7            | 89.4 | 88.2 | 87.0 | 85.3 | 85.0 | 85.8 | 84.6 | 82.3 |      |
| 4'   | 1  | 310,580 | 91.3            | 88.2 | 85.7 | 82.8 | 79.5 | 74.8 | 69.8 | 67.4 | 58.2 |      |
|      | 2  | 314,190 | 92.5            | 89.3 | 83.7 | 80.4 | 75.9 | 65.7 | 58.5 | 55.7 | 43.9 |      |
|      | 平均 | 312,390 | 91.9            | 88.8 | 84.7 | 81.6 | 77.7 | 70.3 | 64.0 | 61.2 | 51.1 |      |

付表-3 供試体の重量減少率(%)

| 配合番号 | No | Wo<br>(g) | $\frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100$ (%) |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|------|----|-----------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|      |    |           | 5                                      | 11   | 22   | 34   | 63   | 107  | 156  | 198  | 247   | 300  |
| 1    | 1  | 7,100     | -0.07                                  | 0.08 | 0.28 | 0.47 | 0.56 | 0.78 | 1.03 | 1.32 | 1.61  | 2.02 |
|      | 2  | 7,125     | -0.01                                  | 0.04 | 0.18 | 0.38 | 0.52 | 0.88 | 1.19 | 1.57 | 1.85  | 2.34 |
|      | 3  | 7,143     | -0.01                                  | 0.11 | 0.21 | 0.34 | 0.55 | 0.83 | 1.05 | 1.32 | 1.74  | 2.06 |
|      | 平均 | 7,123     | -0.03                                  | 0.08 | 0.22 | 0.40 | 0.54 | 0.83 | 1.09 | 1.40 | 1.73  | 2.14 |
| 2    | 1  | 7,090     | 0.01                                   | 0.14 | 0.31 | 0.58 | 0.99 | 1.74 | 2.50 | 3.01 | 3.50  | 4.30 |
|      | 2  | 7,155     | -0.08                                  | 0.10 | 0.35 | 0.57 | 1.08 | 2.93 | 3.45 | 3.90 | 4.34  | 4.78 |
|      | 3  | 7,065     | -0.04                                  | 0.09 | 0.21 | 0.38 | 0.95 | 1.35 | 2.50 | 3.13 | 3.75  | 4.26 |
|      | 平均 | 7,103     | -0.04                                  | 0.11 | 0.29 | 0.51 | 1.01 | 2.01 | 2.81 | 3.36 | 3.86  | 4.45 |
| 3    | 1  | 7,038     | 0.03                                   | 0.24 | 0.65 | 0.98 | 2.56 | 4.31 | 5.42 | 6.92 | 8.02  | 9.38 |
|      | 2  | 7,040     | -0.09                                  | 0.16 | 0.48 | 0.91 | 2.17 | 3.80 | 4.86 | 6.02 | 7.47  | 8.52 |
|      | 3  | 6,999     | -0.01                                  | 0.17 | 0.53 | 1.02 | 2.38 | 3.80 | 4.70 | 5.92 | 6.73  | 7.71 |
|      | 平均 | 7,026     | -0.02                                  | 0.19 | 0.55 | 0.97 | 2.37 | 3.97 | 4.99 | 6.29 | 7.41  | 8.54 |
| 4    | 1  | 6,999     | -0.10                                  | 0.24 | 0.50 | 1.07 | 2.72 | 6.65 | 7.30 | 8.93 | -     | -    |
|      | 2  | 6,948     | -0.17                                  | 0.16 | 0.45 | 0.98 | 2.69 | 5.32 | 6.90 | 8.82 | -     | -    |
|      | 平均 | 6,973     | -0.14                                  | 0.20 | 0.48 | 1.03 | 2.71 | 5.99 | 7.10 | 8.88 | -     | -    |
| 5    | 1  | 6,776     | -0.16                                  | 0.16 | 0.34 | 0.49 | 0.99 | 1.80 | 2.54 | 3.01 | 3.45  | 3.98 |
|      | 2  | 6,796     | -0.09                                  | 0.16 | 0.38 | 0.63 | 1.15 | 2.09 | 2.78 | 3.36 | 3.95  | 4.40 |
|      | 平均 | 6,786     | -0.13                                  | 0.16 | 0.36 | 0.56 | 1.07 | 1.95 | 2.66 | 3.16 | 3.70  | 4.19 |
| 配合番号 | No | Wo<br>(g) | $\frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100$ (%) |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|      |    |           | 8                                      | 25   | 74   | 117  | 165  | 218  | 241  | 253  | 300   |      |
| 2'   | 1  | 7,100     | -0.09                                  | 0.39 | 0.96 | 1.52 | 1.97 | 2.61 | 2.72 | 2.89 | 3.30  |      |
|      | 2  | 7,123     | 0.06                                   | 0.35 | 0.69 | 1.57 | 2.22 | 2.85 | 3.12 | 3.27 | 3.86  |      |
|      | 平均 | 7,112     | -0.02                                  | 0.37 | 0.83 | 1.36 | 2.10 | 2.73 | 2.92 | 3.08 | 3.58  |      |
| 4'   | 1  | 7,000     | 0.09                                   | 0.79 | 2.96 | 4.04 | 6.01 | 7.79 | 8.31 | 8.76 | 10.20 |      |
|      | 2  | 6,992     | 0.10                                   | 0.89 | 2.72 | 4.37 | 5.98 | 7.80 | 8.80 | 9.30 | 10.72 |      |
|      | 平均 | 6,996     | 0.095                                  | 0.84 | 2.84 | 4.21 | 6.00 | 7.79 | 8.56 | 9.03 | 10.46 |      |

## (II) コンクリートの熱的性質

実施した試験項目は、単位容積重量、熱伝導率、比熱、熱拡散率、熱膨張係数等の熱的性質試験であつた。

コンクリートの熱的性質は、骨材の品質ばかりでなく、骨材の使用量によつても大きく影響を受けるが、供試体製作の都合上、一般にダムで使用されている配合を使用することが困難であるので、骨材の使用量を70%、60%、50%および30%に選りダム・コンクリートの熱的性質はこれより推定することとした。

### 1. コンクリート材料

使用したセメントは、日本社の普通セメントで、骨材は現地より送付された碎石、砕砂である。この骨材の岩質は、花崗岩で、比重、吸水量は表-2.1のとおりである。

表-2.1

| 区 分   | 比 重  | 吸水量(%) |
|-------|------|--------|
| 粗 骨 材 | 2.63 | 0.63   |
| 細 骨 材 | 2.62 | 0.80   |

コンクリートの配合は表-2.2に示すとりのものである。

表-2.2

| 骨材量<br>(%) | 単位セメント量C<br>(Kg) | 単位水量W<br>(Kg) | 水セメント比w/c<br>(%) | 絶対細骨材率s/a<br>(%) | 単位細骨材量s<br>(Kg) | 単位粗骨材量G (Kg) |       |       | 備 考              |
|------------|------------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|-------|-------|------------------|
|            |                  |               |                  |                  |                 | 5~15         | 15~25 | 25~40 |                  |
| 30         | 856              | 428           | 50               | 100              | 783             | —            | —     | —     | 粗骨材の最大寸法は40mmとした |
| 50         | 612              | 306           | 50               | 100              | 1305            | —            | —     | —     |                  |
| 60         | 490              | 245           | 50               | 50               | 783             | 316          | 316   | 158   |                  |
| 70         | 368              | 184           | 50               | 42               | 768             | 426          | 426   | 213   |                  |

### 2. 供試体の製作

練混ぜは手練りによつておこなつた。まずセメントと細骨材を鉄板上で6往復切返し、水を加えてから再び6往復切返してモルタルを作つた。

骨材使用量60%および70%のものは、モルタルに粗骨材を加え、更に6往復切返しした。

締固めには棒状振動機を用いた。熱伝導率、比熱、熱拡散率の測定に用いる供試体(φ200mm×400mm)はコンクリートを4層にわけて打込み、各層3ヶ所に振動機を挿入して十分締固めた。熱膨張係数を測定する供試体(150mm×150mm×400mm)はコンクリートを2層に分けて打込み下層の場合5ヶ所、上層の場合4ヶ所に振動機を用いて十分締固めた。カーソン型歪計は中央

に埋設した。

製作した供試体は湿った布で包み、室内に48時間置き、脱型後は所定の材令まで水中養生した。

### 3. 試験方法

熱伝導率、比熱、熱拡散率の測定は、いずれも Bureau of Peclamation にて実施されている方法に準じて実施した。

すなわち、熱伝導率は、円筒供試体の中心部を加熱して、半径方向に定常的な熱流を生じさせ、供試体内部・外部の温度差ならびに定常状態を保つに必要な入力を測定し、計算により求めた。

比熱は、カロリーメーターに納めたコンクリート供試体(熱伝導率測定用供試体を兼用)を所定の温度まで高めるに必要な入力を測定し、計算により求めた。

熱拡散率は、所定の温度に保たれた供試体を異なった温度の水槽に入れ、不定常熱伝導によって生じた中心部の温度変化を測定して、計算により求めた。

熱膨張係数は、供試体にカーソン歪計を埋め、供試体温度を20℃～60℃の範囲で変化させ、それによって生じた長さ変化を測定し、計算によって求めた。

### 4. 試験装置ならびに測定方法

#### (1) 熱伝導率

(A) 装置 装置は図-2.1、図-2.2に示すように円型水槽、供試体支持枠、攪拌装置、加熱装置、温度測定装置等により構成されている。

円型水槽は直径60cm、高さ110cmの銅製で、この中に供試体をのせるための支持台と攪拌装置が入っている。このほか所定温度の冷却水を注入するためのパイプ、供試体周囲を循環した後、排出するためのオーバーフロー・パイプがとりつけられている。オーバーフロー・パイプは水位を適当に保つように調節できる構造になっている。

供試体支持枠は、軸方向の熱流を防止するために用いる厚さ7.5cmのコルク板とこれを供試体端部に密着させる2枚の真鍮板、3本のタイロッドよりなっている。

攪拌装置は4本の支柱をもつ円形フレームに2枚の攪拌ハネが傾斜して取付けられたもので、円型水槽内において供試体周辺の水を55回転/分で攪拌するものである。

加熱装置は、ヒーター、攪拌装置、ケースよりなっている。ヒーターは特に設計した100V、260wの浸水可能なものである。攪拌装置はヒーター周囲の水に一定の運動を与え、加熱が均一に行なわれるようにするため、定速モーターによりプロペラが5000回転/分するものである。ケースはヒーターを所定の位置に保つと同時に、水の循環にあたりガイドとなるものである。

図 - 2.1

コンクリート熱伝導率測定装置

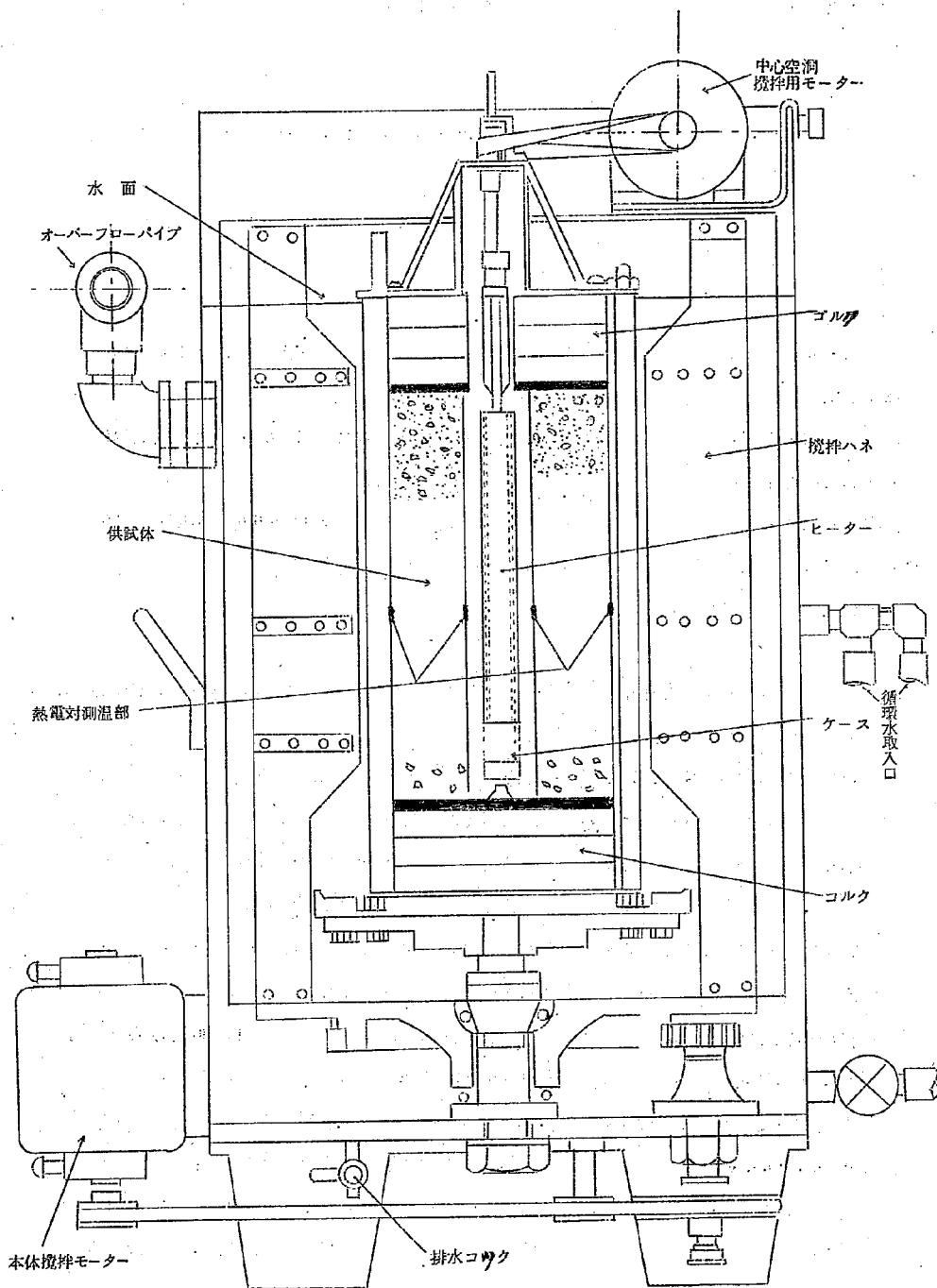
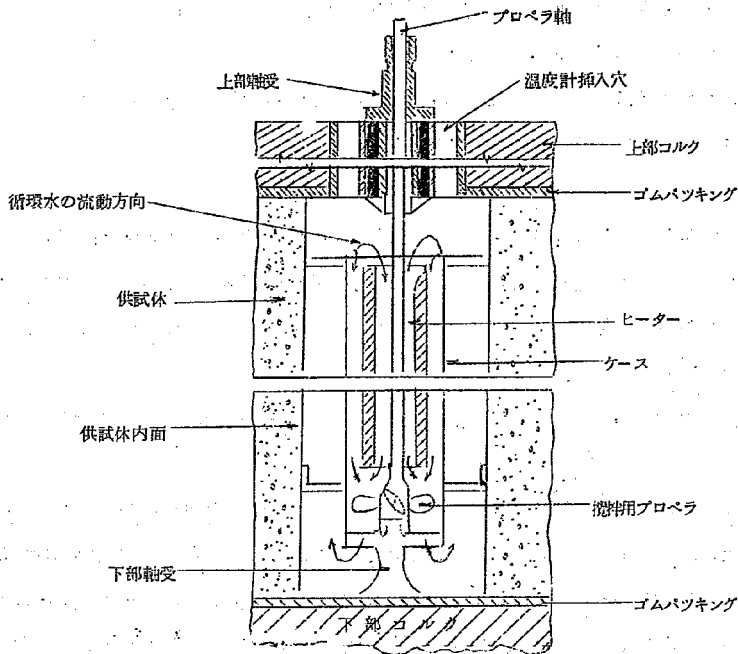


図 2.2 伝導率測定中の供試体中心空洞内の構造



温度測定はコンクリートに埋め込んだ銅コンスタンタン熱電対に生じた起電力を電子式自動平衡記録計に自記々録させることにより実施している。

(B) 測定方法 供試体を水槽より取出したのち、両端にコルクを取付け、同時に加熱装置を中心空洞に配置する。

供試体支持棒によつて両端にコルクを固定したのち水槽の中心に設置する。供試体中心の空洞にはあらかじめ注水しておく。水槽内に所定の温度の水を注水し、攪拌装置を回転する。

加熱装置に約 260w の電力を供試体内部・外部がほぼ所定の温度差となるまで与え、後、徐々に減少して、所定の温度差になつてからは一定の電力に保つ。記録計により内部、外部それぞれの温度が一定であることを確認したのち、直流電圧計、直流電流計により電力を読みとる。直流電圧計は最大 15.0 V、1 目 1 V、直流電流計は最大 1.5 A、1 目 0.01 A、それぞれ 0.5 級のものである。熱伝導率は次式によつて計算する。

$$K = \frac{q \{ \log_e (b/a) \}}{2\pi l (\theta_a - \theta_b)}$$

$K$  = 熱伝導率 ( $\text{Kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ ),  $\theta a$  = 半径  $a$  における温度 ( $^\circ\text{C}$ )

$q$  = 熱入力 ( $\text{Kcal/h}$ ),  $\theta b$  = 半径  $b$  " ( $^\circ\text{C}$ )

$a$  = 中空円筒の内径 ( $\text{m}$ ),  $\ell$  = 円筒の高さ ( $\text{m}$ )

$b$  = " " 外径 ( $\text{m}$ ),

熱入力  $q$  はヒーターによるもののほかに、攪拌装置による攪拌熱を考慮しなければなら  
ない。本試験ではこれを実験により定め  $3.86 \text{ Kcal/h}$  とした。

## (ii) 比 熱

(A) 装置 図-2.3に示すような外部容器、内部容器、加熱装置、ベックマン温度計、積  
算電力計よりなっている。外部容器は内径  $36 \text{ cm}$ 、高さ  $66 \text{ cm}$  の円筒形容器で、断熱材 (カ  
ボック), 内部容器を入れるためのものである。内部容器を容易に取出し得るように断熱  
材は金網製円筒で保たれている。

内部容器は内径  $23 \text{ cm}$ 、高さ  $48 \text{ cm}$  の銅板製の円筒容器で供試体を入れるためのものであ  
る。

加熱装置はヒーター、攪拌装置とからなっている。ヒーターは  $100 \text{ V}$ 、 $230 \text{ w}$  の棒状  
で、浸水可能のものである。攪拌装置は定速モーター、プロペラよりなり供試体の周囲の  
水を循環させるため  $3000$  回転/分の定速で回転させるものである。ヒーターに対する入  
力は単相  $M1$  型携帯用標準積算電力計で測定する。これは  $0.01$  回転まで読むことができ、  
その  $1$  回転は  $0.67 \text{ w}$  時に等しい。温度上昇はベックマン温度計を使用する。温度計は特注  
したもので目盛巾は  $0 \sim 10^\circ\text{C}$ 、 $1$  目  $0.02^\circ\text{C}$  のものである。

(B) 測定方法 内部容器に所定材料に達した供試体を置き、その中に正確に計量した水を  
入れ、ヒーターと攪拌プロペラを挿入して蓋をする。その上をカボックで覆い外部容器の  
蓋をする。このとき内部容器の蓋と外部容器の蓋との温度計の孔が一直線となるように注  
意する。

攪拌装置を動かして温度が平衡状態になったならば、ヒーターを加熱して約  $5^\circ\text{C}$  上昇さ  
せる。その後加熱をやめ、攪拌を再び平衡状態になるまで続ける。図-2.4は比熱試験の  
典型的な温度曲線を示したものである。

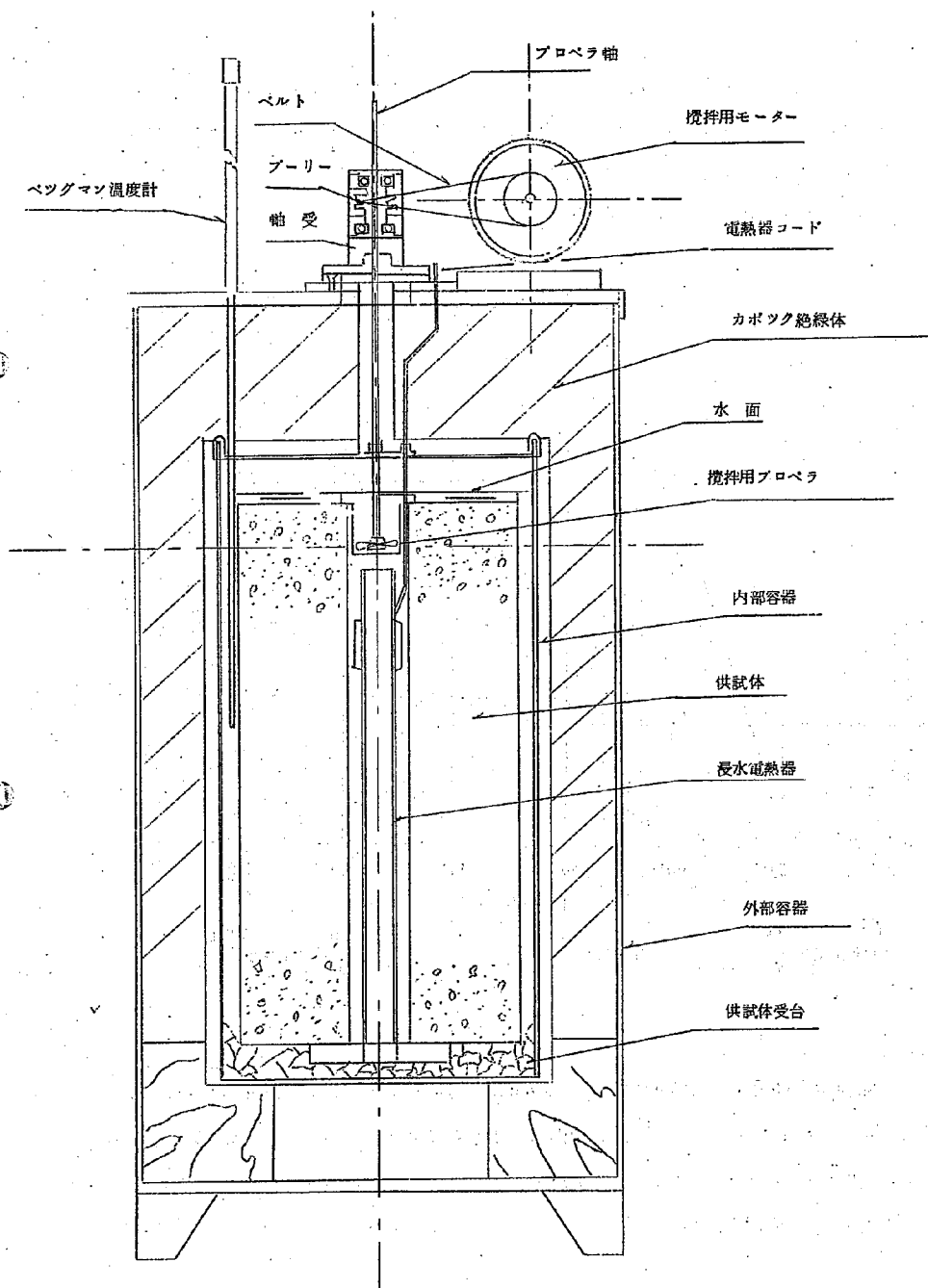
外部容器からの熱放散を修正するため修正値をもとめる。

$$T_c = -n C_a - \left\{ \frac{C_b - C_a}{T_b - T_a} \right\} \left\{ (T_1 + T_2 + \dots + T_{n-1}) + \left( \frac{T_o + T_n}{2} \right) - n T_a \right\}$$

ここに、 $n$  = 加熱期間中の  $5$  分間隔に測定した数、

$C_a, C_b$  = 前期および後期々間中の  $5$  分間隔の測定値に対する平均変化、

図 2.3 比熱測定用カロリーメーター



$T_a, T_b$  = 前期および後期々間中の平均温度,

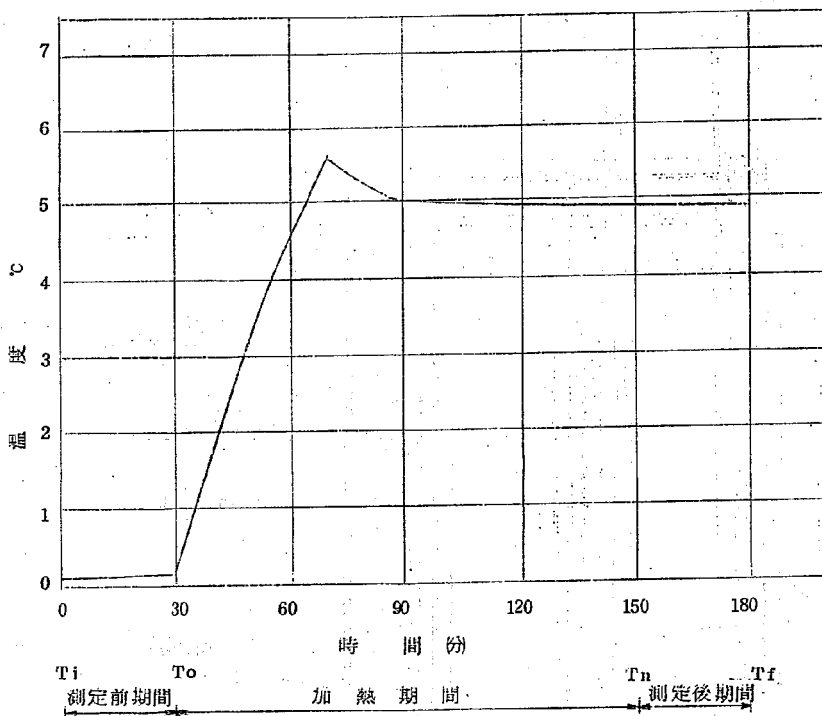
$$C_a = \frac{T_o - T_i}{6}, \quad C_b = \frac{T_f - T_n}{6}, \quad T_a = \frac{T_i + T_o}{2}, \quad T_b = \frac{T_n + T_f}{2}$$

真の温度上昇は  $T_n - T_o + T_e$  によつて求められる。

コンクリートの比熱は入力した全熱量から水とカロリーメーターの温度上昇のために要する熱量を引き、温度上昇と供試体の重量とで割つた値に等しい。カロリーメーターの熱容量は比熱の既知な物質（アルミニウム）を用いて実験的に定めた。

水の比熱は理科年表に記載の値を用いた。

図 - 2.4



#### (iii) 熱拡散率

供試体は直径 20 cm, 高さ 40 cm で中心に径 0.65 mm の銅コンスタンタン熱電対を埋め込んだものである。所定の材料に連した供試体が均一な温度に保たれていることを確認したのち、熱電対を電子式自動平衡記録計に接続し、約 15 °C 違つている水槽に浸す。このときの供試体中心温度の変化割合を測定して次式により計算する。電子式自動平衡記録計は測定範囲 0

～3 mv (温度換算 0～70℃), 精度は測定範囲の±0.5℃, 記録紙の1目は0.05mv (温度換算約1.2℃), 記録巾180mmのものであった。

$$\frac{\theta_2 - \theta_w}{\theta_1 - \theta_w} = \frac{8}{\pi} \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{e^{-\left(\frac{h \cdot n \cdot \pi^2}{\ell} t\right)}}{n} \right) \sin \frac{n\pi}{\ell} Z \right\} \left\{ \sum_{x=1}^{\infty} \frac{J_0\left(\frac{X_n r}{R}\right)}{X_n \cdot J_1(X_n)} \left( e^{-\left(\frac{h \cdot X_n^2}{R} t\right)} \right) \right\}$$

ここに,  $\theta_1$  = 測定開始時における供試体の温度 (℃)

$\theta_2$  = 水槽に浸したときから所定時間後の供試体の中心温度 (℃)

$\theta_w$  = 水槽の温度 (℃)

$h^2$  = 熱拡散率 ( $\text{cm}^2/\text{h}$ )

$\ell$  = 供試体の高さ (m)

$R$  = 供試体の半径 (m)

$Z$  = 軸方向における温度測定位置, この場合は  $\frac{\ell}{2}$

$r$  = 半径方向における " , この場合は 0

$X_n$  = ベッセル函数の根

$J_0, J_1$  = 0次, 1次のベッセル函数

#### (v) 熱膨張係数

15cm×15cm×40cmの長方形供試体の中央に長さ15cmのカーボン型歪計を埋め, 所定材令まで養生したのち, 20℃の恒温水槽に入れ, 3時間経過したのち測定し, さらに20℃温度上昇させ, 同様に3時間経過したのち測定した。これと同様なことを40℃～50℃においても実施し, その平均値を試験結果とした。

#### 5. 試験結果

前記の方法で得られた試験結果は表-3, 図-2.5～図-2.10のとおりである。

表-2.3

| 骨材量<br>(%) | 材令<br>(日)                                                       | 単位容積重量<br>( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | 熱伝導率<br>( $\text{Kcal}/\text{m.h.}^\circ\text{C}$ ) | 比 熱<br>( $\text{Kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$ ) | 熱拡散率 ( $\text{m}^2/\text{h}$ ) |         | 熱膨張係数<br>( $\times 10^{-6}$ ) |
|------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|---------|-------------------------------|
|            |                                                                 |                                      |                                                     |                                                  | 間 接 法                          | 直 接 法   |                               |
| 30         | 7                                                               | 2110                                 | 1.247                                               | 0.338                                            | 0.00175                        | 0.00176 | 11.4                          |
|            | 28                                                              | 2118                                 | 1.258                                               | 0.341                                            | 0.00174                        | 0.00175 | —                             |
| 50         | 7                                                               | 2187                                 | 1.392                                               | 0.293                                            | 0.00217                        | 0.00229 | 11.0                          |
|            | 28                                                              | 2192                                 | 1.442                                               | 0.290                                            | 0.00227                        | 0.00233 | —                             |
| 60         | 7                                                               | 2329                                 | 1.702                                               | 0.275                                            | 0.00266                        | 0.00293 | 1.0                           |
|            | 28                                                              | 2337                                 | 1.680                                               | 0.270                                            | 0.00266                        | 0.00307 | —                             |
| 70         | 7                                                               | 2395                                 | 1.878                                               | 0.243                                            | 0.00323                        | 0.00333 | 9.1                           |
|            | 28                                                              | 2402                                 | 1.885                                               | 0.245                                            | 0.00320                        | 0.00334 | —                             |
| 備<br>考     | 熱拡散率 (間接法) = $\frac{\text{熱伝導率}}{\text{単位重量} \times \text{比熱}}$ |                                      |                                                     |                                                  |                                |         |                               |
|            | 材令28日における熱膨張係数は歪計の絶縁不良のため測定ができなかった。                             |                                      |                                                     |                                                  |                                |         |                               |

图-2.5

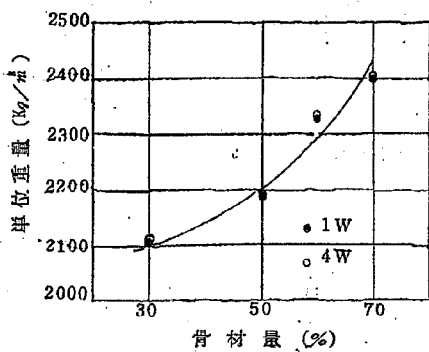


图-2.7

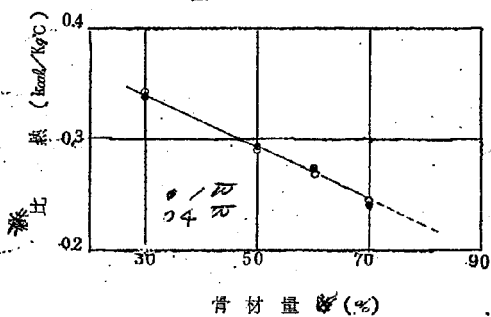


图-2.6

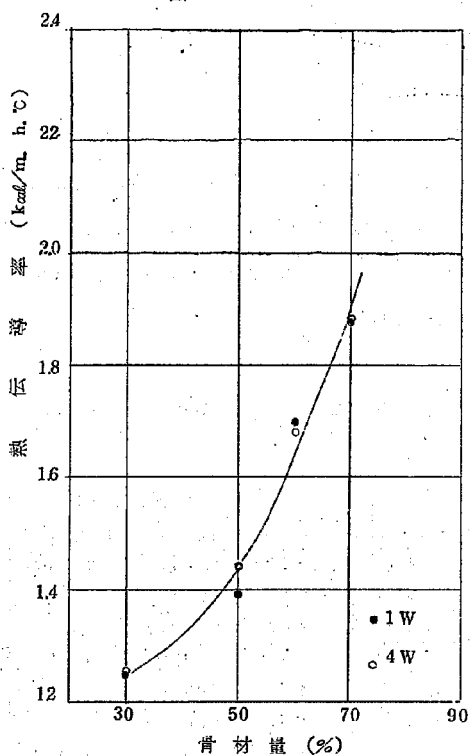


图-2.8

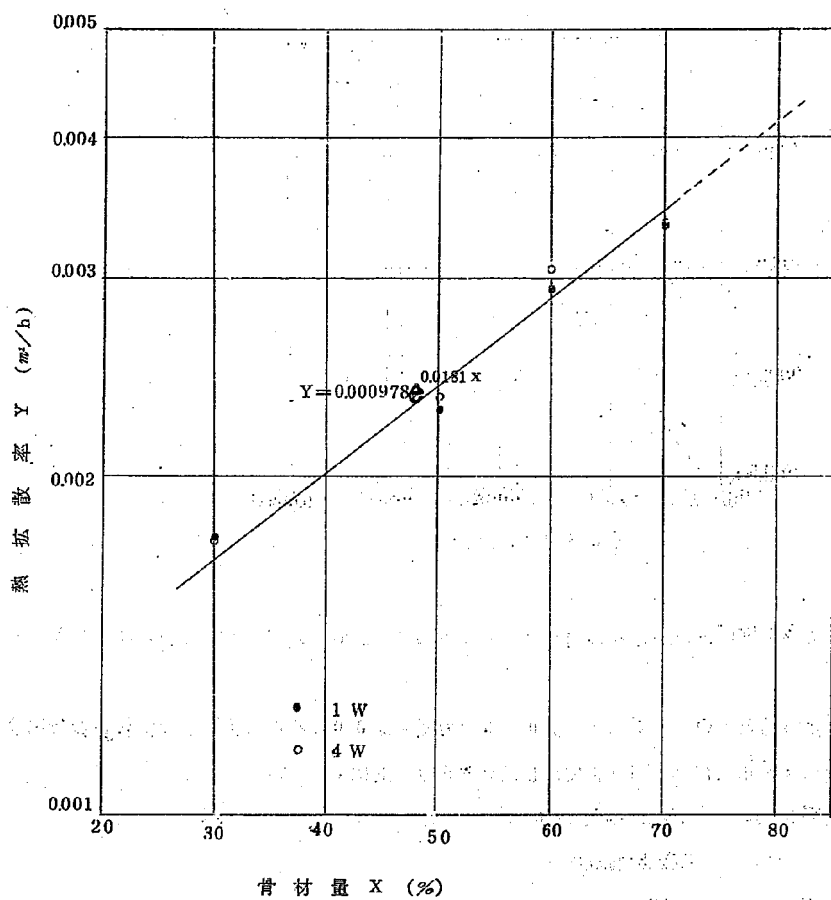


图-2.9

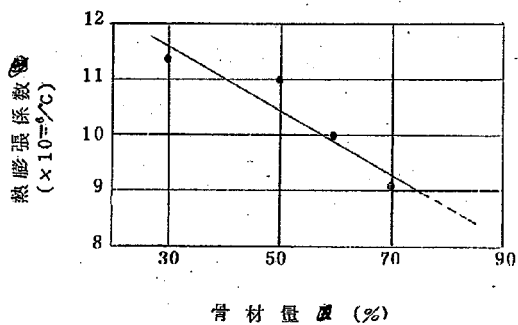
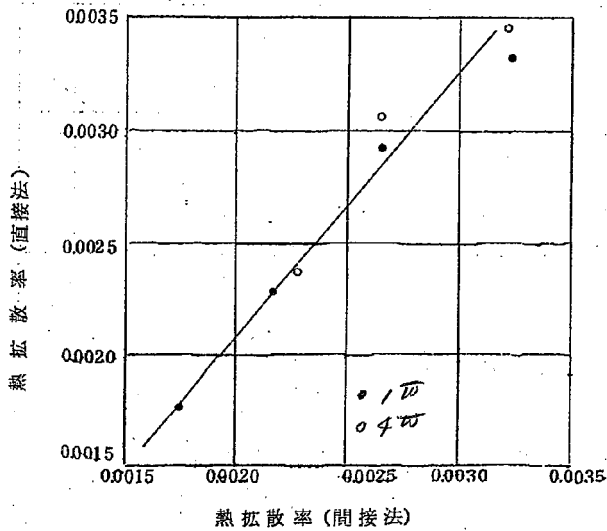


図-2.10



実験結果から実験に用いるダム用コンクリートの熱的性質を推定すると、つぎのとおりである。

一般に用いられているダム用コンクリートの骨材量は80%程度であるのでこれを参考にすると、矢作ダム用に用いる骨材を使用したコンクリートは、

熱伝導率  $2.22 \text{ Kcal/m h } ^\circ\text{C}$

比熱  $0.22 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$

熱拡散率  $0.0042 \text{ m}^2/\text{h}$

熱膨張係数  $8.7 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$

となる。