

の供試体の最初の炉内乾燥重量の百分率として計算する。

上の試験方法について、直径4 in の型枠では、3/4 in (19,050 μ) の骨材には小さくはないかという疑問があつて、2, 3 の研究者が直径6 in (15.3 cm) の型枠で比較試験を行つた結果は、これら両者の寸法では差異のないことが明らかにされている。

12. 参考文献

- 1) 材料研究会：工業材料便覧。金属，非金属（昭和16年3月）。
- 2) 板倉：材料の凍害に関する2, 3の問題について。雪氷，5巻，12号（昭和18年12月）。
- 3) 板倉：材料および構造物の凍害並びにその対策について。(I), (II), (III)，土木学会北海道支部技術資料，1, 2, 3号（昭和26年10月，昭和27年1月，昭和27年7月）。
- 4) 板倉・菅原：Dynamic Tests on the Stability of Bituminous Mixtures for Pavement at Low Temperatures, 北海道大学工学部紀要，9巻，4号（昭和29年11月）。
- 5) 板倉・菅原：Dynamic Tests on the Stability of Bituminous mixtures for pavement at Low Temperatures (II), Experimental. Researches on Rubber Blended Asphalt and Asphalt Mixtures, 北海道大学工学部紀要，10巻，1号（昭和30年9月）。
- 6) H. W. Gillet: Impact Resistance and Tensile Properties of metals at Subatmospheric Temperatures, A.S.T.M. Special Technical Publication No. 47, August 1941.
- 7) A. O. Schaefer, G. E. Landt, E. B. Foley: Symposium on Effects of Low Temperature on the properties of materials, A.S.T.M. Special Technical Publication No. 78, March 19 1946.
- 8) E. J. Zeigler: Effect of Material Retained on the Number 4 Sieve on the Compaction Test of Soil, Proc. H. R. B., Vol. 28 1948.
- 9) R. C. Mainfort, W. L. Lawton: Laboratory Compaction Tests of Coarsegraded Paving and Embankment Materials, Proc. H. R. B., Vol. 32 1953.
- 10) A.S.T.M. Standard, Part III.

技 術 資 料

第十一号

コンクリートの耐久性試験について

正 員 北海道開発局土木試験所 林 正 道

目 次

1. コンクリートの耐久性
2. コンクリートの耐久性試験
3. コンクリートの凍結融解試験方法
4. 全自動式コンクリート急速凍結融解試験装置
5. 急速凍結融解試験による試験例
6. 結 語

要 旨

本文は近時ようやく注目され始めたコンクリートの耐久性試験について述べ、併せて今春北海道開発局土木試験所に設置された全自動式コンクリート急速凍結融解試験装置について述べたものである。

1. コンクリートの耐久性

コンクリートの耐久性とはコンクリートが使用に耐え

うる時間的長さで表わされるコンクリートの性質である。コンクリートはその構造物の強度計算に用いられた強度を持たなければならないと同時に所要の耐久性をもたなければならない。コンクリートの強度を試験によつて数字的に表わすことは簡単であるが耐久性を数字的に表わすことは困難であり、従来圧縮強度の大きいコンクリートは一般に耐久性も大きいものと考え、圧縮強度の大きいコンクリートの製造に力を注いでいた。しかしAEコンクリートのように圧縮強度は小さいが耐久性が大きいものもあるので一考を要するところである。

コンクリートの耐久性を支配する外的因子としては風雨、雪、寒暑等の気象作用、水の滲透作用、海水、酸、アルカリ等の化学作用、車輪、流水、浪、波浪等によるすりへり作用、高温による火熱作用等がある。このうち、特に気象作用については、寒中コンクリートにおいてコンクリート打込み後凍害を受けないようにと従来からも相当の注意が払われていたものである。しかしこの

初期の凍害のほか相当に硬化した後の長期に亘る凍害も考えられるが、これは北海道のような寒冷地においては耐久性に最も影響が大きく、極めて重要なものである。この所謂凍害は、コンクリート中の水の凍結融解、乾燥湿潤の反覆作用によるものと考えられ、これ

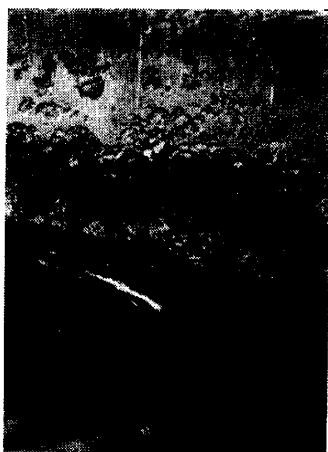


写真-1



写真-2

が本文でいう耐久性の主軸をなしているものである。硬化コンクリートの長期に亘る被害例を二、三示すと写真1~3の通りである。

これらの外的作用に対し充分抵抗性のあるコンクリートを製造することが必要であるがコンクリートの耐久性を試験によつて定めることが困難なため従来余り関心を寄せて居な

かつた。しかしAEコンクリートの発達につれコンクリートの耐久性試験は次第に注目されるようになった。又コンクリートの歴史が古くなるにつれ改築、補修の要にせまられる構造物が生じているのでコンクリート構造物は案外寿命が短いものであると考える傾向も見受けられる。しかし改築、補修の要に迫られているも



写真-3

のについてその原因を調べてみると、設計又は施工が悪かつたことが原因となつた場合が多く、このことが一層耐久性試験をクローズアップさせた原因をなしている。設計、施工が適当であれば充分耐久的なコンクリートの製造が可能であることは多くの構造物の示しているところである。

2. コンクリートの耐久性試験

骨材の耐久性試験方法としては硫酸ナトリウム又は硫酸マグネシウムによる方法、凍結融解による方法などがある。前者はA.S.T.M. (米国材料試験協会) では1946年に暫定試験方法として制定され、我が国の土木学会では昭和24年に標準試験方法として制定された。後者はA.A.S.H.O. (米国道路技術官協会) では1942年 (T 103-42) に制定している。

硫酸ナトリウム又は硫酸マグネシウム等塩による方法は骨材中の塩が結晶を造る際の膨脹力を利用したもので一般に凍結融解試験より厳しいものである。このように骨材の耐久性試験方法は我が国に於いても一応標準化されているがコンクリートの耐久性試験方法については標準方法が定つていない。これはコンクリートの耐久性が長期間に亘り既述のような多くの因子によつて支配されるので、これを実験室的に試験することが中々困難だからである。しかし、これら多くの因子のうち特定の因子例えば一般に耐久性に最も大きな影響を与える凍結融解のみを対象とした試験方法或は凍結融解に乾燥湿潤をも加えた試験方法などが実際に行われている。そのほか透水試験、すりへり試験なども耐久性試験の一端と考えることが出来る。コンクリートの凍結融解試験はコンクリートの大部分を占める骨材の耐久性試験としても意義あるもので、後述の試験例で一例を述べてある。

3. コンクリートの凍結融解試験方法

前述のように重要な意義をもつ凍結融解試験は比較的近年になつてから行われ始めたものである。試験の方法としてはコンクリート供試体に凍結融解を反覆作用させ重量を測定してその減少量を求め、或は供試体を破壊して強度の減少率を求めた。しかしかなり強度が減少しても供試体重量が減少しないような場合もあり重量の減少を唯一の基準とすることは不適當である。又強度試験を行えば供試体は破壊されるので多数の供試体を必要とし実際問題として中々困難である。又一定の荷重を加えて弾性係数を測定しその減少の割合又は破壊に至るまでの凍結融解の回数を試験することによつて凍結融解に対する抵抗性をきめる方法もあるが、どの程度の荷重を加えるべきかについては疑問がある。又凍結融解の方法、供試体の形状寸法を如何にするのが適當であるかなど種々

の問題が残されているが次に従来行われた二、三の方法とアメリカが暫定的に決められた方法とについて述べてみる。

1) 当所において行っていた方法

供試体の形状寸法は直径 15 cm, 高さ 30 cm 及び直径 10 cm, 高さ 20 cm の円筒, 15×15×53 cm のハリ型の 3 種で何れも従来圧縮強度試験, 曲げ強度試験に用いていた型枠を利用した。

凍結融解はその試験目的又は使用セメントの種類に応じてコンクリートの材齢が 7 日, 28 日, 6 箇月等に達した後開始する。

凍結は $-20\sim-25^{\circ}\text{C}$ に調節された 3×6×9 尺の冷蔵庫 (写真-4) において行い融解は $+5^{\circ}\text{C}$ 又は $+20^{\circ}\text{C}$ の水中において行つた。



写真-4

凍結融解を 1 日 1 サイクル行う場合

9.00~ 17.00 融解 又は 凍結

17.00~翌9.00 凍結 又は 融解

凍結融解を 1 日 2 サイクル行う場合

9.00~11.00 融解 11.00~15.00 凍結

15.00~17.00 融解 17.00~翌9.00 凍結

凍結融解 10~20 サイクル毎に重量を測定し, 50~100 サイクル毎に圧縮強度試験を行つた。従つて供試体の数は圧縮強度試験の回数が多いほど多く必要とする。数年

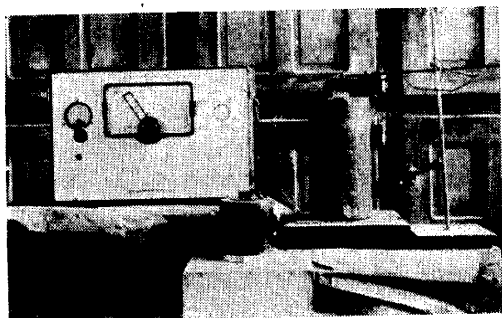


写真-5

前からは動弾性係数の測定をも行つてその減少率をも検討している (写真-5)。凍結融解の反復回数はその試験目的に応じ 200~300 サイクルとした。

2) Hoover Dam で行つた方法*

Hoover Dam (当時 Boulder Dam) の建設に当りセントメ品質試験を主な目的として Berkeley 及び Denver で行つた方法は次の通りである。

i Berkeley におけるモルタル供試体の場合

直径 5 cm, 高さ 10 cm の円筒形で材齢 28 日から凍結融解乾燥湿潤を開始し, 1 日 1 サイクルの割合で 60 サイクル行い材齢 3 箇月で圧縮強度試験を行つた。一部は機械の都合で材齢 3 箇月から開始し 90 サイクル行い材齢 6 箇月で圧縮強度試験を行つた。

又材齢 16 箇月で開始し 60 サイクル行い 18 箇月で圧縮試験を行つたものもある。

1 日 1 サイクルの内訳は

凍結	-5°C (材齢 3 箇月又は 6 箇月で 圧縮強度試験を行う場合)	4 時間
	-18°C (材齢 18 箇月で圧縮強度 試験を行う場合)	
融解	$+21^{\circ}\text{C}$ の水中	2 時間
乾燥	$+71^{\circ}\text{C}$ の air draft 中	8 時間
湿潤	$+21^{\circ}\text{C}$ の水中	10 時間

試験の結果については凍結融解乾燥湿潤を行つた供試体と行わない同材齢の供試体との圧縮強度の比で比較を行つた。この比を耐久比 (durability ratio) と呼んでいる。

ii Berkeley におけるコンクリート供試体の場合

直径 15 cm, 高さ 30 cm の円筒形で材齢 28 日で凍結融解乾燥湿潤を開始した。2 日に 1 サイクルの割合で 30 サイクル行つた後即ち材齢 3 箇月で圧縮強度試験を行つた。

1 サイクルの内訳は

凍結	-5°C	10 時間
融解	$+21^{\circ}\text{C}$ の水中	7.5 時間
乾燥	$+71^{\circ}\text{C}$ の air draft 中	16 時間
湿潤	$+21^{\circ}\text{C}$ の水中	14.5 時間

圧縮強度試験の結果は i と同様にして処理する。

iii Denver におけるコンクリート供試体の場合

直径 7.5 cm, 高さ 15 cm の円筒形供試体を材齢 90 日で凍結融解乾燥湿潤を開始した。

1 サイクルの内訳は

凍結融解 供試体は凍結用容器中の水の中につけ 2 日に 5 回の割合で 10 回つづける。

* Boulder Canyon Project Final Reports, Part VII, Cement and Concrete Investigations Bulletin 2, Investigation of Portland Cements

凍結は容器に入れた供試体を塩化カルシウム溶液(温度は図-1の通り)中に入れて行い融解は24~27°Cの水中につけて行う。その後+21°Cの水中に3日間
 乾燥 3日間+49°Cの乾燥炉の後+21°C乾燥室に1日
 湿潤 3日間+21°Cの水中につけた後凍結のため容器に入れる。

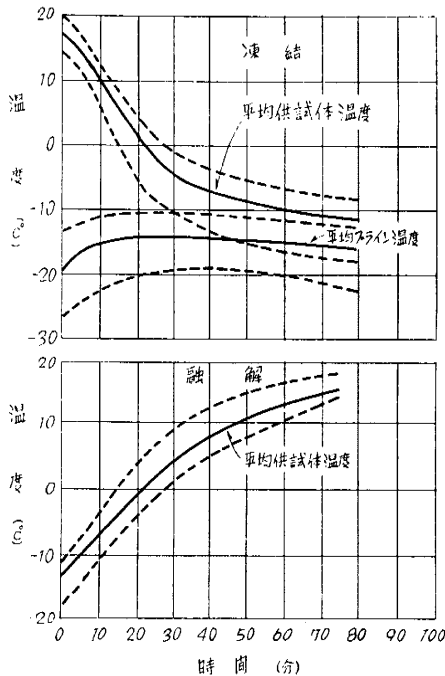


図-1

凍結融解10サイクル毎に重量、長さ、弾性係数を測定するが、弾性係数測定には供試体の材齢や強度にに関係なく35 kg/cm² (500 psi)までの荷重をかけた。試験の結果は線膨脹重量減少率、弾性係数減少率により検討している。

3. 米国材料試験協会規格

米国材料試験協会 (A.S.T.M.) においては1949年にコンクリート用AE材の暫定試験方法、1950年にはAEセメントの製造に使用するAE材の規格を設けその中でコンクリートの凍結融解試験を行うよう規定している。

又1952年には三つのコンクリート凍結融解試験方法、1953年には更に一つの試験方法が何れも暫定試験方法として制定された。

すなわち

i A.S.T.M. Designation: C 233-52 T Tentative Method of Testing Air-entraining Admixtures for

Concrete (コンクリート用AE材の試験方法)

ii A.S.T.M. Designation: C 226-52 T Tentative Specification for Air-entraining Additions for Use in the Manufacture of Air-entraining Portland Cement (AEセメントの製造に使用するAE材の仕様)

iii A.S.T.M. Designation: C 290-52 T Tentative Method of Test for Resistance of Concrete Specimens to Rapid Freezing and Thawing in Water (水中における急速凍結融解に対する抵抗性試験方法)

iv A.S.T.M. Designation: C 291-52 T Tentative Method of Test for Resistance of Concrete Specimens to Rapid Freezing in Air and Thawing in Water (空中における急速凍結及び水中における急速融解に対する抵抗性試験方法)

v A.S.T.M. Designation: C 292-52 T Tentative Method of Test for Resistance of Concrete Specimens to slow Freezing and Thawing in Water or Brine (水中又はブライン中における緩速凍結融解に対する抵抗性試験方法)

vi A.S.T.M. Designation: C 310-53 T Tentative Method of Test for Resistance of Concrete Specimens to slow Freezing in air and Thawing in water (空中における緩速凍結及び水中における緩速融解に対する抵抗性試験方法)

次のその概要を紹介しよう。

i コンクリート用AE材の暫定試験方法 (A.S.T.M.: C 233)

これはコンクリート用AE材の暫定仕様 (C 260) に合格するかどうかを試験する方法を規定したもので、その中の凍結融解試験の項では後述のC 290の急速法により材齢14日から開始するようになっていいる。C 260によると試験すべきAE材を含むコンクリートと標準AE材を含むコンクリートとの耐久性指数の比が80以上でなければならないことになっている。

耐久性指数は次式から求める。

$$\text{耐久性指数} = PN/200$$

P: 0サイクルのときの動弾性係数の百分率で表わした相対動弾性係数 (但し70以上)

N: Pが70%に達した時の凍結融解の回数又はPが200サイクルに達しても70%に下らないときは200

ii AEセメント用AE材の暫定仕様 (A.S.T.M.: 226) 材齢28日に達したハリ型供試体を2日間23 ± 1.7°C (73.4 ± 3 F)の水中につけた後動弾性係数を測定し適当な容器(水が入っている)に入れて容器のまま凍結融解

を行う。凍結は6時間以内に -18°C (0°F) 以下になるようにし融解は $+4.4^{\circ}\text{C}$ (40°F) 以下の水中で行う。凍結融解は動弾性係数が0サイクルの時の40%を減少するまで行う。しかし200サイクルになつても40%を減少しないときは中止する。そして供試AE材を含むセメントで作られたコンクリートの耐久性指数はAE材のないそのセメントと標準AE材を含むコンクリートとの耐久性指数の80%以上でなければならない。耐久性指数は次式から求める。

$$\text{耐久性指数} = PN/200$$

ここに P : 0サイクルの時の動弾性係数の百分率で表わした相対動弾性係数(P は60以上)

N : P が60%に減少した時の凍結融解の回数か又は P が200回終了するまで60%に減少しない場合は200

iii コンクリート供試体の水中における急速凍結融解に対する抵抗性試験方法 (A.S.T.M.: C 290)

凍結、融解何れも水中で急速に行う方法であり凍結融解試験中常時供試体の周囲に1/8吋(3mm)厚の水又は氷を保つよう規定されているので供試体を適当な容器に入れてそれを保持する。供試体中心部の温度は凍結時 $0 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($-17.8 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) 融解時 $40 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($+4.4 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$)、1サイクルの所要時間は2~4時間とし融解時間はこのうち25%以上であることが必要である。供試体中心部と表面との温度差は 50°F (27.8°C) 以下でなければならない。特に指示されない場合は材齢14日から凍結融解を開始する。そして凍結融解30サイクル以内毎に融解状態で動弾性係数を試験する。又特に指示されない場合は凍結融解の回数が300サイクルに達するまでか又は動弾性係数が0サイクルの時のその60%に達するまで何れか早い方の時期まで試験を続行する。試験結果の計算は次のようにして行う。

$$\text{耐久性指数} = PN/M$$

P : 凍結融解0サイクルの時の動弾性係数に対する N サイクルの時の動弾性係数の百分率

N : P の値が試験を中止するよう指示された最小値に達した時の凍結融解の回数か、又はその最小値に達しない時は凍結融解をやめる様に指示された回数

M : 凍結融解をやめるよう指示された凍結融解の回数

iv コンクリート供試体の空中における急速凍結及び水中における急速融解に対する抵抗性試験方法 (A.S.T.M.: C 291)

凍結は空気中で、融解は水中で急速に行う方法である。供試体周囲は凍結期間中は空気、融解期間中は水

で完全におわれていれよいわけで従つてiのような容器に入れる必要はない。供試体中心部の温度は3時間以内で $40 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($-4.4 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) から $0 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($-17.8 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) に下げ1時間以内に $40 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($-4.4 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) に上げなければならない。そして融解用の水の温度は 50°F ($+10^{\circ}\text{C}$) 以下でなければならない。凍結融解開始材齢乃至結果の計算方法はiiiと同様である。

v コンクリート供試体の水中又はブライン中における緩速凍結融解に対する抵抗性試験方法 (A.S.T.M.: C 292)

凍結、融解何れも淡水、海水、塩類溶液中などで行う緩速法であり、凍結、融解試験中常時供試体の周囲に1/8 in (3 mm) 厚の淡水、海水、塩類溶液を保つよう規定されているのでiと同様適当な容器に入れてそれを保持する。

供試体中心部の温度は $0 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($-17.8 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) に下げて次に $73.4 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($+23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) に上げることを交互に繰返す。 0°F (-17.8°C) から 73.4°F ($+23^{\circ}\text{C}$) に上げるに要する時間と 0°F (-17.8°C) に下げるに要する時間とは何れも18~24時間とする。

凍結融解試験開始材齢はi, iiと同様に指示されない場合は14日とする。動弾性係数の測定はブライン使用の時は5サイクル毎、淡水使用の時は10サイクル毎に何れも融解の終りに行う。又特に指示されない場合は凍結融解の回数のブライン使用の場合は100サイクル、淡水使用の場合は200サイクルに達するまでか又は動弾性係数が0サイクルの時のその60%に達するまでか何れか早い方の時期まで試験を続行する。

試験結果の計算はiiiと同様である。

vi コンクリート供試体の空中における緩速凍結及び水中における緩速融解に対する抵抗性試験方法 (A.S.T.M.: C 310)

凍結は空気中で融解は水中で緩速に行う方法である。

供試体周囲は凍結中は空気で融解中は水で完全におわれていれよいわけで従つてiのような容器に入れる必要はない。

供試体中心部の温度は5~7時間で $40 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($+4.4 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) から $0 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($-17.8 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) まで下げ更に総計18±2時間になるまで $0 \pm 3^{\circ}\text{F}$ の凍結状態で置く。又融解に際しては2~1.5時間で $0 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($-17.8 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) から $40 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($+4.4 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$) まで上げ、総計6±1時間になるまで $40 \pm 3^{\circ}\text{F}$ の融解状態を維持する。

融解用の水の温度は 50°F ($+10^{\circ}\text{C}$) 以下でなければならない。凍結から融解へ、融解から凍結への移行時間は10分以内でなければならない。動弾性係数の試験は、凍結融解30サイクル以内毎に融解状態で行う。特に指示されない場合は凍結融解の回数が300回に達するまでか動弾性係数が0サイクルのときのその60に減少す

るまでか何れか早い方の時期まで試験を続行する。

試験の結果の計算は iii と同様である。

以上4法に用いる供試体の形状寸法は何れも A.S.T.M. Designation: C 192 Tentative Method of Making and Curing Concrete Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory に規定されているハリ型とする。

このように従来から行われていた凍結融解試験方法、A.S.T.M. の試験方法など種々あるが夫々一長一短のあることはいなめない。すなわち1日1~2サイクル程度では試験の結果の判明に長時間を要する欠点があり A.S.T.M. の急速法によると所要時間はかなり短縮されるが余りにも苛酷にすぎるので当を得た試験結果が得られるかどうか若干の疑問がある。とにかく暫定方法とは云え4種の方法が制定されたことは今後コンクリートの耐久性に関する研究が我が国においても急速に進歩するものとして期待される。

4. 全自動式コンクリート急速凍結融解試験装置

今春北海道開発局土木試験所に設置された全自動式コンクリート急速凍結融解試験装置は前述の A.S.T.M. Designation: C 290 に適合する装置であつて次の如くである。

1) 概 要

10×10×42 cm のハリ型供試体 30 個を同時に凍結融解 1 日 10 サイクル行い得る能力を有し、供試体中心部の温度は凍結時最低 $-18^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 、融解時最高 $+4.5 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ とすることができるものである。供試体はゴム又はビニール製の容器に入れられ容器と供試体表面との間には 3 mm の厚さになるように水を入れておく。

2) 装 置

本装置は種々の機器の組合せであり各機器間の系統を

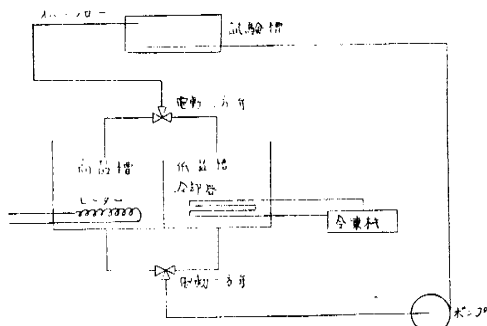


図-2

註 A.S.T.M. Designation: C 192-52 T によるとハリ型供試体の寸法は高さの3倍より2吋 (5 cm) 長い矩形断面のハリで巾と高さの比 b/d 1.5 は以下となつている。

図示すれば図-2の通りである。

すなわち、凍結用ブラインと融解用ブラインの2系統を有し次の機器からなつている。

試験槽: 供試体を静置する槽

低温装置: 凍結用ブライン槽 (低温槽)、冷却器、冷凍機

高温装置: 融解用ブライン槽 (高温槽)、電熱器

循環装置: ブラインポンプ、電動三方弁

制御装置: 制御盤、温度調節計 (Th)

試験槽に静置された 30 個の供試体はそのままの位置で凍結融解が繰り返され、そのうち 1 個はその中心部に 2 点 2 式の電気式温度指示調節計 (ThT) の測温抵抗体を封入し自制御の発信を行う。

凍結用ブライン、融解用ブラインは何れも塩化カルシウムの 28% 水溶液 (凍結点 -31°C) である。

3) 凍 結

凍結行程においては電動三方弁は 2 個とも凍結側に切換えられており、低温ブラインは低温槽からブラインポンプにより三方弁を通つて試験槽に送られる。試験槽においては供試体を冷却した後オーバーフローレ三方弁を通つて低温槽に戻る。

4) 排 水

排水行程に移ると三方弁はそのまま、ブラインポンプが止りブラインはポンプを逆流して低温槽に戻る。予めセットされた排水時間に達するとタイムスイッチにより接点が閉じドラムスイッチを回転させて融解行程に移る。

5) 融 解

排水行程から融解行程に移ると電動三方弁は融解側に切換えられ、高温ブラインは高温槽からブラインポンプにより三方弁を通つて試験槽に送られ、供試体を融解した後オーバーフローレ三方弁を通つて高温槽に戻る。

6) 排 水

三方弁は融解側のままでポンプが止り高温ブラインはポンプを逆流して高温槽に戻ることは 4 の排水と同様である。

以上により凍結融解の 1 サイクルが終了する。

7) 凝縮装置

7.5 HP の圧縮機、フロン 12 ガスを用いる。

8) 試験槽 (写真-6)

巾 80 cm、長さ 95 cm、深さ 60 cm で 10×10×42 cm 供試体 30 個を収容できるが他の形の供試体でも試験は可能である。なおブラインは下より入り上部よりオーバーフローするようになつている。

9) 高 温 槽

巾 59 cm、長さ 154 cm、深さ 75 cm で内部に 6.5 KW、3.5 KW のアルミカヒーターを有し 2 点 2 式電気式温

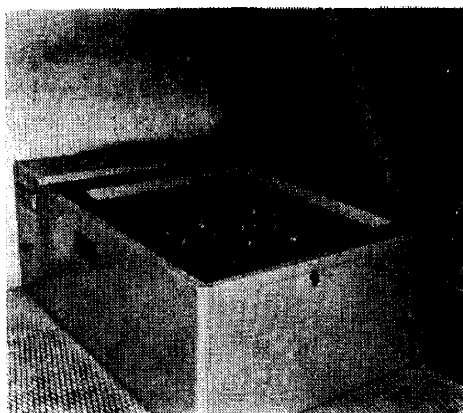


写真-6 試験槽

度指示調節計 (ThH) によりブライン温度を一定に保つように制御される。一端に攪拌器を備えブラインを攪拌する。

10) 低温槽

巾 85 cm, 長さ 135 cm, 深さ 66 cm で内部にブライン冷却器を有し 2 点 2 式電気式温度指示調節計 (ThC) によりブライン温度を一定に保つように制御される。ブライン攪拌のため攪拌器を有することは高温槽と同様である。

11) 電気制御盤 (写真-7)

上述の制御を行うもの全部を制御盤の表面及び内部に取りつけ自働的に運転を行い得るようになっていいる。なお警報の際直ちに適当な処理をするには監視人を要するが、かなり調節した場合は監視人は不要となる。温度指示調節計は供試体中心部、高温槽低温槽用のもの各 1 個計 3 個及び鉄コンスタンタン熱電対使用電子管平衡式 6

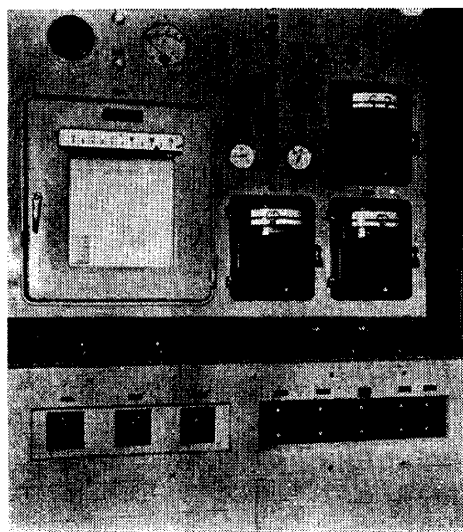


写真-7 自動制御盤

点記録計 1 個を備え、供試体温度、ブライン温度、室温など任意の 6 点の温度を記録することができる。

5. 急速凍結融解試験装置による試験例

前述の全自働式コンクリート急速凍結融解試験装置により試験した例を二、三示すと 図-3, 写真-8, 9 の通りである。

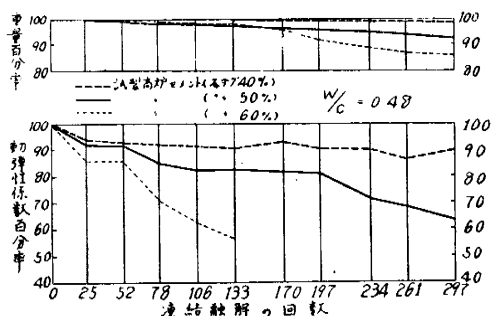


図-3



写真-8(1)

凝灰岩を含むもの
凍結融解 0 サイクル

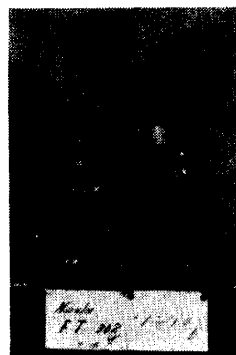


写真-8(2)

凍灰岩を含むもの
凍結融解 302 サイクル



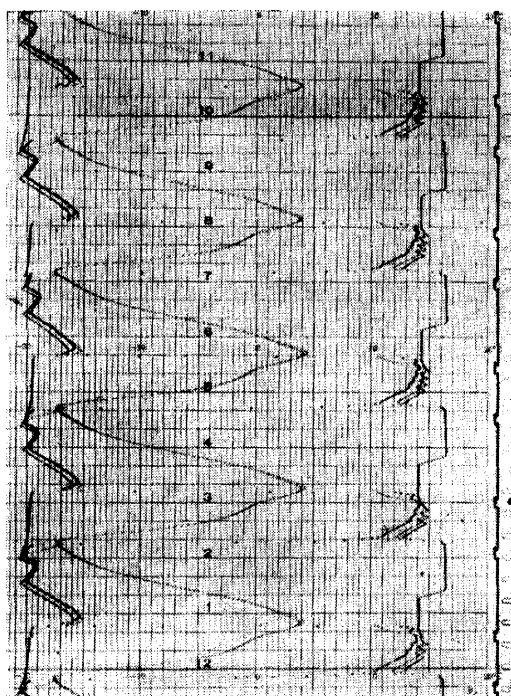
写真-9(1)

凝灰岩を含まないもの
凍結融解 0 サイクル



写真-9(2)

凝灰岩を含まないもの
凍結融解 302 サイクル



写真—10 記録の一例

図—3は某社試製高炉セメント(スラグ混入量40, 50, 60%の3種)使用のAEコンクリート($W/C=48\%$, 供試体寸法 $10 \times 10 \times 42$ cm)につき材齢22日から凍結融解を開始した場合の凍結融解の回数と重量減少率, 動弾性係数百分率との関係を表わしている。これより耐久性指数を求めるとスラグ混入量40, 50, 60%のものは夫々88, 63, 24となる。写真—8, 9は凝灰岩を約30%含ん

だ川砂利のコンクリート用骨材としての適否を判定するため行つた試験の結果である。すなわち砂利は原砂利と約30%の凝灰岩を取除いた砂利との2種につき $W/C=46\%$ のAEコンクリートにより材齢28日から凍結融解を開始したものである。写真—8は凝灰岩を含むもの, 写真—9は凝灰岩を取除いたものの凍結融解の進行に伴う供試体の外観の変化を示している。写真—10は6点記録計による記録紙の一部を示し順調な運転を示している。

6. 結 語

コンクリートの性質として強度が重要視されることは論ずるまでもないがそれと同時にその耐久性も忘れることができない重要な性質である。場合によつて耐久性の方が強度以上に重要である。このように重要な耐久性について従来充分の試験研究が行われていなかったことは極めて遺憾なことである。終戦後に満州・朝鮮など極寒の地を失つた現在北海道は我が国における最も寒冷な地方であり各所に耐久性が疑問視される構造物が見受けられること, 北海道の開発が国策として取上げられつつあることなどを考えるとき一刻も早くこの問題を解決し耐久的なコンクリートの製造に努力しなければならないと考えるものである。

本文はコンクリートの耐久性試験方法について二, 三紹介した。凍結融解の開始材齢, 凍結, 融解, 乾燥湿潤の方法, 時間等種々の問題が今後に残されているがコンクリートの耐久性に関心を持たれる諸兄の参考となれば幸甚とするところである。

石 狩 川 の 浮 泥 に つ い て

北海道大学理学部物理学教室 八 鍬 功

緒 言

河川を研究する上に於て, 河水の運搬作用や運搬物質に関する問題は, 河川の蛇行や洪水波等河川の流体力学的な問題と並び, 且つそれと密接な関係にある非常に重要な問題である。

上流から河水によつて運ばれる毎秒何トンといふ膨大な量の砂泥は長い年月の間に流れのゆるやかな所に推積

し続けて, 扇状地やデルタ等の広大な沃野を形成し, 農耕地や都市建設地として人類に多くの利益をもたらすと共に, 他の一面には洪水時の出水に於て, 流域の田畑を埋没して莫大な損害を与へ, 又河の流れによる土地の浸蝕は沿岸の住民にとつて重大な脅威となつていのである。特に最近河口港の埋没が問題となり, この方面の研究が行われつつある。次にこの様に人類に密接な関係のある河水の運搬物質について述べる。