

コンクリートの凝結測定に関する2, 3の実験

大阪産業大学 正真 山路 丈夫

1 まえがき

コンクリートの凝結硬化の定義は明確化されていない、また、コンクリートはセメントの凝結時間に制限され、JISではセメントの凝結測定にピカー針による測定を定め、凝結の始発・終結時間を凝結硬化過程として便宜的に設定されたものと考えられる。しかし凝結過程の制約は、それぞれ締固めの限度および硬化成型脱型時期の目安を示すものとする。コンクリートの凝結測定にプロクター貫入抵抗試験方法を用い、これを凝結の標準とし、他に超音波方法による音速、埋込み型ストレインゲージによる歪などの測定結果から、セメントの水和、凝結硬化の過程と測定値の特性について検討した。

2 実験概要

条件：配合は凝結に対し影響が少ないように骨材粒を一定に選び、セメントの凝結性状ができるだけ明確に表れるような特殊な配合とした。セメントはN社普通ポルトランドセメント、細骨材は豊浦標準砂、粗骨材は川砂利および鋼球を単一粒度、40および10mmとした。配合は単位セメント400kg、W/Cを50,60%, S/aは容積比で30,45%とした。コンクリートの打込み方法はすべて振動締めとした。試験時は特に測定時温度、湿度に気を配り20±3°Cおよび75-85%を標準とした。

方法：(1)コンクリートの凝結時間はASTM 403-65Tプロクター貫入抵抗試験方法によつて、凝結時間の標準とし、以下(2)(3)の試験方法と並行して実施した。

(2)超音波方法による音速測定は透過距離15cmにとり表面波の伝播の影響がないように設定し測定器はMARUI Ultra SONI Slopeを用い飛渡振子は20kcによつて伝播時間の測定を行なった。

(3)凝結過程の収縮測定は試体15×15×55cmの型枠のほぼ中央部で水平方向に2個の埋込みゲージ KM-100 (ゲージ長100mm)を配置し、経時変化と水平方向の歪測定(沈降収縮ではない)を行なった。

3 実験結果および考察

セメントモルタルの凝結と硬化は、セメントの水和にともなつて、水和物の網目構造が発達してゆく過程である。また、セメントペーストが練り混ぜ後、時間の経過とともに次第に流動性を失つて固体に移行することである。

したがつて、セメントペーストが凝結の過程で一変、こわばり硬さに達した状態をいうのであつて、始発・終結は現象ではない。

一般に凝結と硬化の区別はかなり任意的でありこれらの境界となる明確な物理的あるいは化学的変化はないことがわかる。

プロクター貫入抵抗試験による凝結時間の標準値をTable-1をえた。

この結果から終結時間は豊浦標準砂を用いたため、砂の細粒度、吸水率が小さいことなどが影響して始発時間に比べて遅れたと考へる。特に水セメント比の大きいとき、細骨材率が小さいとき凝結時間が遅延したことを示した。

Table 1 Time of Setting by Proctor Penetration

W/C	s/a	Flow	Time of Set	
			I. S	F. S
50	30	164	2:50	5:40
	45	120	2:35	5:20
60	30	225	3:20	7:30
	45	180	3:05	7:00

I. S = 500 p.s.i.
F. S = 4000 p.s.i.

Table 2 Wave Velocity and Time of Setting

Max. Size (mm)	W/C (%)	s/a (%)	Initial Setting				Final Setting				24 Hours	
			Gravel		Steel Ball		Gravel		Steel Ball		Gravel	Steel Ball
			Time	Vel.	Time	Vel.	Time	Vel.	Time	Vel.		
10	50	30	3:00	900	2:50	900	5:30	1910	5:20	2410	2270	2600
			4:5	3:10	850	3:20	600	6:00	1870	5:20	2210	2200
	60	30	3:20	800	3:20	800	6:00	1800	6:00	2100	2150	2280
			4:5	3:30	800	3:20	900	6:30	1770	6:20	2040	2100
40	50	30	3:00	960	2:50	950	5:10	2320	5:20	2550	2610	2740
			4:5	3:10	900	3:00	850	5:00	2210	7:00	2800	2550
	60	30	3:10	850	3:10	850	6:00	2100	7:00	2750	2510	2900
			4:5	3:20	780	3:10	900	6:10	1970	7:00	2500	2450

超音波法による音速測定は最初1〜2時間(始発以前)のうちは20°C 発振器では伝播時間の測定が非常に困難であり、それ以後の測定には支障はない。

音速測定結果から Fig-1 を求めてその曲線から変曲点を求め、それぞれ凝結の始発・終結時間として Table-2 に示した。

この測定で始発付近の伝播時間から音速を求め、鋼球40mmのとき、Fig-2

に示すような特徴を見た。このことは Power T.C.: JRD L PCA 1961 セメントの水和過程が第3段階^時 セメント粒子の間の網目構造が活発になり、水和速度が増す時期、骨材の周囲の自由水の影響がフリージングが終了する時期、すなわちセメントペーストが“こわばり”(塑性域)が始まり、収縮が生じはじめ、凍害の伝播が良好となる時期とみることができる。特にセメントモルタルよりも粗骨材の最大粒径が大きいもの、および砂利よりも鋼球の大きいものを用いたとき、W/Cの大きいとき、伝播時間の増加率の変動が大きく表れた。

一方音速の変動は測定誤差、コンクリートのフリージングや沈降による内部組織の微視的変化とも考えられる。

凝結過程と収縮の関係はその測定方法が非常に困難であること、この試験では Fig 3 に川砂利10mmのときの収縮測定の結果を示した。

この傾向は、W/Cの大きいとき、骨材量が少ないとき、細骨材量が少ないとき収縮量が大きくなる。初期の収縮量は測定用ゲージの埋込み方法、締め固め方法などに注意しても、始発付近までの測定は微視的にはセメントの水和とコンクリートの内部組織の沈降収縮と凝集力が作用しゲージには膨張量が表れ、外見적으로는フリージングが見られる。始発付近からはコンクリートの“こわばり”の域に達し収縮量が増加する。

ただし、この測定値は、まだ固まらないコンクリートの性質にゲージが追随しているか、どうか疑問であるが、凝結過程の性質を示すと考える。

4 まとめ

- (1) 凝結測定の方法が異なっても 始発・終結時間は大同小異である。
- (2) 超音波法による遠隔測定の測定は10〜15分間隔が望ましい。
なお、注水からの測定ができれば凝結測定として最も好ましい。
- (3) 収縮量の測定から凝結の始発時間の判読よりも終結時間の判読が有用である。
- (4) 3方法の結果は各自の特徴があり、その試験の種々の目的・用途を考慮すれば効果はえられるだろう。

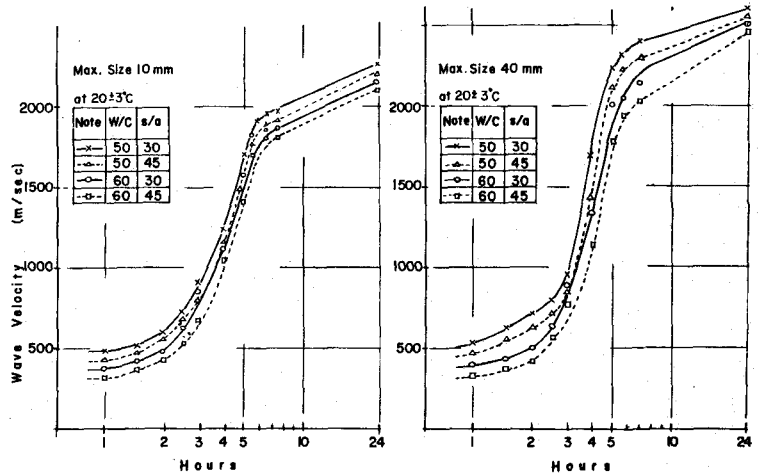


Fig 1 Average Wave Velocities Through Concrete

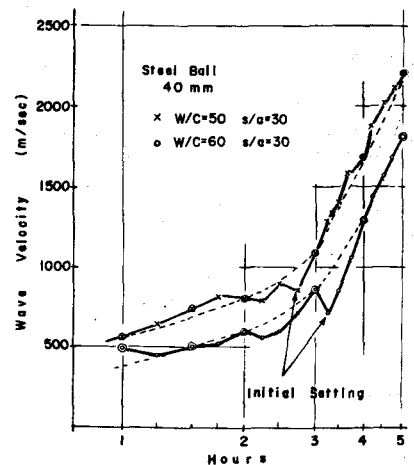


Fig. 2 Average Wave Velocities Through Concrete

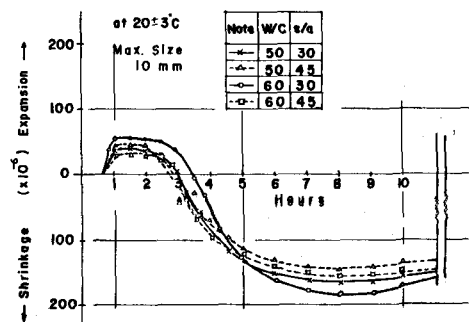


Fig. 3 Average Shrinkage, Expansion