

# コンクリート用化学混和剤の新しい利用法に関する研究

—遅れ添加したコンクリートの性質について—

西林 新蔵\*・井上 正一\*・植田 純一\*・重広 正治\*

(1977年5月31日受理)

## The New Application of Concrete Admixture

—The properties of concrete relayed addition of admixture and flowing concrete—

Shinzo NISHIBAYASHI\*, Shoichi INOUE\*, Junichi UEDA\* and Masaharu SHIGEHRO\*

(Received May 31, 1977)

The chemical admixture for concrete (abbreviated as admixture) are usually added to the concrete mix in order to improve the workability of fresh concrete, increase the compressive strength and durability of hardened concrete, and to improve other physical properties.

In general, these admixture are dissolved in water first, then added to the concrete materials prior to the beginning of the concrete mixing.

As the results of many tests, it was found that the water reducing action and effectiveness of the admixture can be greatly enhanced by purposely changing the timing of admixture addition to the concrete mix.

In this study, following three concrete are considered.

- (1) Original concrete : Concrete without admixture (plain concrete) and concrete with admixture which are added to concrete mix at the ordinary mixing period (admixture concrete).
- (2) Concrete delayed addition of admixture : Concrete produced by the delayed addition of admixture. Dosage of admixture added at 60 min. delayed time into the plain base concrete mix.
- (3) Flowing concrete : Dosage of admixture added at 60 min. delayed time into the admixture concrete being used as the base.

For three kinds of concrete mentioned above, slump, bleeding, setting time (penetration resistance), entrained air content, bulk density, compressive strength and dynamic modulus of elasticity are studied experimentally.

Following advantages can be expected when the suitable admixture is used with the appropriate choice of concrete described above ;

- (1) Retempering of admixture (recovery of slump, retardation of setting time, reducing of bleeding, etc.)
- (2) To produce flowing concrete
- (3) To improve the water reducing action of admixture

These advantages can be achieved economically without any derogatory effects on the final products.

\* 土木工学科 Department of Civil Engineering

## 1. ま え が き

最近、河川の維持管理や環境保全の立場から河川産骨材の採取に対する規制が一段と厳しくなり、コンクリート用骨材に最も適する河川産骨材の入手がほとんど不可能になった。そのため、砕石、砕砂、山砂、海砂、人工軽量骨材、高炉スラグ等をコンクリート用骨材として使用される機会が多くなり、さらに、コンクリートの打設に新しい施工方法（ポンプ工法）が導入され、あらゆる施工現場で盛んに利用されるようになった。また一方、コンクリート構造物の設計上の要請から、鉄筋量が多かつ断面の薄い部材が多くなり、このような部材ではコンクリートをかなり軟練りにしないと完全な打設が期待できない。

これらの問題点はいずれもフレッシュコンクリートのワーカビリティと関連することであって、最近、フレッシュコンクリートの性質を根本的に見直そうとする気運が非常に盛んになってきた背景の一端はまさにここにあると云えるのである。

一般にコンクリートは、練混ぜ後、時間の経過とともにコンシステンシーが低下する。とくに高温時に施工される暑中コンクリートにおいては、温度の影響を強く受けるためにコンシステンシーの低下が著しく、さらにコーールドジョイントやひびわれの発生、強度の低下などの種々の悪影響が硬化コンクリートにおいても現われる。暑中コンクリートに対しては、水分の急激な蒸発やコンシステンシーの低下などを考慮して、配合設計の段階で単位水量をやや増加させたり、化学混和剤（高性能の凝結遅延型減水剤）を使用して減水と凝結時間の遅延を図ったり、養生を厳しく管理したりするなど種々の対策が講ぜられている。

しかし、前述した暑中コンクリートに対する種々の対策の中で最も効果的な方法と考えられている化学混和剤の使用の場合においても、運搬中のコンクリート性状の経時変化、とくにコンシステンシーの低下の問題を完全に解消することはできない<sup>1)</sup>。このため、高温時に製造し施工するコンクリートに有効な化学混和剤の開発ないしは混和剤の合理的な利用法に関する研究が実用上極めて重要となってくるのである。

化学混和剤は一般に混合用水とともに使用されているが、剤の添加の時期をコントロール（いわゆる遅れ添加）することによって、コンシステンシーの低下をある程度まで回復・復元できることが知られている。このこ

とは建築用の軟練りコンクリートを対象とした研究で確認されているが<sup>2),3),4)</sup>、一般の土木工事に用いられているような硬練りコンクリートの場合に、剤の遅れ添加によって、どのような効果が期待できるかは明確にされていない。

硬練りコンクリートにおいても、水セメント比を変えることなく現場で適当な軟かさのコンクリートが施工できれば、また凝結遅延作用を有する減水剤を遅れ添加することによって、ベースコンクリート（遅れ添加前のコンクリート）の凝結時間をコントロールし、コンクリートのワーカビリティを長時間にわたって維持することができれば、施工性の見地から多大のメリットが期待できるのである。これはまた、混和剤の特性の一つであるワーカビリティの改善をより効果的に発揮させる有効な手段の一つであり、さらに減水剤を遅れ添加したコンクリートの特性を十分に究明することによって、剤の減水作用のメカニズムをより明確にする糸口を捉むことも期待できるのである。

本研究は、混和剤（主として減水剤）の遅れ添加の問題を探り上げ、コンシステンシーの低下の防止及び復元、硬練りコンクリートの高流動化、減水剤の減水効果の向上などについて実験的に検討し、化学混和剤の新しい利用法の確立を目的としたものである。

## 2. 実 験 概 要

### (1) 使用材料

セメントは宇部興産社製の普通ポルトランドセメントを、粗骨材は砕石を、細骨材は海砂と砕砂を混合し土木学会標準粒度範囲内に入るように粒度調整したものをそれぞれ使用した。

混和剤には、リグニンスルホン酸塩系遅延型減水剤（標準タイプ（ポゾリス No. 8, 略号 WR-N）と空気連行タイプ（ポゾリス No. 8A, 略号 WR-A）、ポリオール系高強度用減水剤（ポゾリス NL-4000, 略号 NL）及び AE 剤（ビンゾール, 略号 AE）を使用した。

### (2) コンクリートの配合

原コンクリート及び遅れ添加用のベースコンクリートの示方配合を Table I, II に示す。

配合条件は、土木用コンクリートとして最も使用頻度が高いと考えられるものを想定し、単位セメント量を 350 kg/m<sup>3</sup>と一定に選んだ。原コンクリートにおいては、ス

Table I Mix proportions of ordinal concrete

Kinds of concrete	Max. size of agg. (mm)	Slump (cm)	Air (%)	Water cement ratio (W/C) (%)	Fine aggregate ratio (s/a) (%)	Water W (kg/m <sup>3</sup> )	Cement C (kg/m <sup>3</sup> )	Aggregate (kg/m <sup>3</sup> )		Admixture (% or cc)
								Fine agg. S	Coarse agg. G	
PL	20	7.5±1	2.5	51	40	179	350	710	1089	—
WR-N	20	7.5±1	5.0	43	38	150	350	678	1132	C×0.25%
WR-A	20	7.5±1	5.0	42	38	148	350	681	1134	C×0.25%
AE	20	7.5±1	5.0	48	38	167	350	661	1104	20 cc/m <sup>3</sup>
NL	20	7.5±1	1.0	43	42	150	350	793	1120	3000 cc/ C=100kg

Remarks ; PL : Plain concrete (without admixture), WR-N : Water reducing admixture-normal type, WR-A : Water reducing admixture-air type, AE : Air entraining agent, NL : Superplasticizer

Table II Mix proportions of base concrete for delayed addition of admixture

Kinds of base concrete	Max size of agg. (mm)	Slump (cm)	Air (%)	Water cement ratio (W/C) (%)	Fine aggregate ratio (s/a) (%)	Water W (kg/m <sup>3</sup> )	Cement C (kg/m <sup>3</sup> )	Aggregate (kg/m <sup>3</sup> )	
								Fine agg. S	Coarse agg. G
For AE, WR-N	20	2.5±1	2.5	48	38	167	350	686	1145
and WR-A	20	7.5±1	2.5	50	38	176	350	677	1130
For NL	20	2.5±1	2.5	46	42	161	350	765	1081

ランプは 7.5±1 cm, 細骨材率 (s/a) はプレーンコンクリート (混和剤無添加のコンクリート) の 40% を基準とし, 混和剤を添加したコンクリートでは空気量の増減に伴って s/a の補正を施した。また, ベースコンクリートにおいては, s/a を 38% とし, スランプは 7.5±1 cm と 2.5±1 cm に選んだ。なお, NL を遅れ添加する場合のベースコンクリートは, s/a を 42%, スランプを 2.5±1 cm に選んで配合を設計した。これらの配合における単位水量は, 上記の条件を満足するように試し練りによって決定した。

### (3) 試験項目

本試験においては, Table III に示す 3 種類のコンクリートに対して, Table IV に表示した試験を実施した。なお, 3 種類のコンクリートは次のように定義する。

- a) 原コンクリート プレーンコンクリートおよび混和剤を練混ぜ時に添加したコンクリート  
 b) 遅れ添加コンクリート 練混ぜ後 60 分経過した

プレーンのベースコンクリート (単位水量を 2 種類に設定) に混和剤を遅れ添加したコンクリート

- c) 高流動化コンクリート 練混ぜ時に混和剤を添加したベースコンクリートに, 異種の混和剤を遅れ添加したコンクリート

試験項目および測定時間を一括して Table IV に示す。これらの試験はいずれも JIS あるいは ASTM (凝結試験のみ) に規定されている試験方法に準拠し, さらに全ての配合についてそれぞれ 2 回づつ試験を繰り返した。

### (4) 試験方法

コンクリートの練混ぜには容量 100 ℓ の強制攪拌式ミキサーを用い, 練混ぜ時間は 3 分間とした。練混ぜを完了したコンクリートは, 表面からの水分の蒸発を防ぐために湿布で覆い, Table IV に示した試験を練混ぜ水が材料と接触した瞬間から 3 時間経過するまで行なった。

Table III Combinations of admixture in concrete

Classifications of concrete	Symbols	Admixture for the base concrete*	Admixture for the delayed addition**
Original concrete	PL	Non	—
	AE	AE	—
	WR-N	WR-N	—
	WR-A	WR-A	—
	NL	NL	—
Concrete produced by the delayed addition of admixture (Delayed addition concrete)	PL-AE	Non(PL)	AE
	PL-WR-N		WR-N
	PL-WR-A		WR-A
	PL-NL		NL
Flowing concrete	WR-N-AE	WR-N	AE
	AE-WR-N	AE	WR-N

\* An admixture is added into the mixer at initial mixing

\*\* An admixture is added into the mixer at delayed time (60 min. after initial mixing)

Table IV Plans of test

Classifications of concrete	Items of test	Properties of original concrete							Properties of delayed addition adm. and flowing concrete				
		Elapsed time after mixing (min.)							Elapsed time after admixture added (min.)				
		0	30	60	90	120	150	180	0 (60)	30 (90)	60 (120)	90 (150)	120 (180)
Original concrete	Slump	○	○	○	○	○	○	○					
	Air	○		○		○		○					
	Setting time	○		○									
	Bulk density	○	○	○	○	○	○	○					
	Bleeding	○		○		○		○					
	Compressive strength*	○	○	○	○	○	○	○					
Base and flowing concrete	Slump	○	○	○					○	○	○	○	○
	Air	○		○					○	○		○	○
	Setting time	○		○									
	Bulk density	○	○	○					○	○	○	○	○
	Bleeding	○		○					○	○		○	○
	Compressive strength*	○		○					○		○		○

\* : Included dynamic modulus of elasticity

( ) : Elapsed time after mixing of base concrete (min.)

3. 実験結果および考察

(1) スランプ (コンシステンシー)

原コンクリート, 遅れ添加コンクリートおよび高流動化コンクリートそれぞれにおけるスランプの経時変化を Fig. 1~3 に示す。

1) 原コンクリート (Fig. 1)

練混ぜ後 1 時間および 2 時間経過したコンクリートのスランプ低下率は, PL で 35% (スランプロスで約 2.5

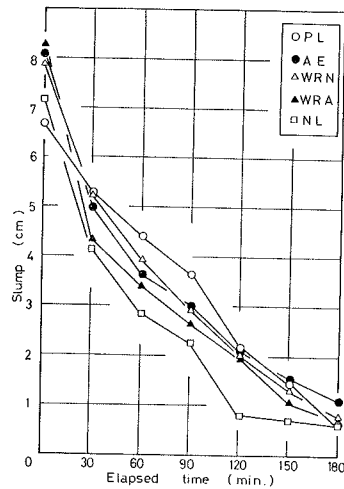


Fig. 1 Relationships between slump and elapsed time (original concrete)

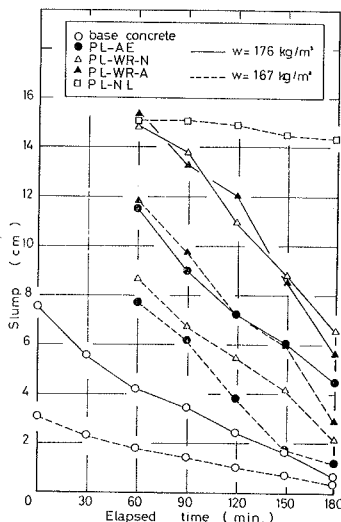


Fig. 2 Slump and elapsed time (Delayed addition adm. concrete)

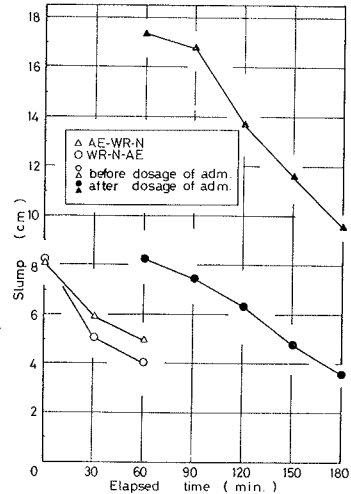


Fig. 3 Slump and elapsed time (flowing concrete)

cm) と 65% (5 cm) であるのに対し, 混和剤を用いたコンクリートでは, それぞれ 50~60% (3.5~4.5 cm) と 75~90% (5.5~7 cm) となり, 後者の低下率の方がやや大きい。しかし, 練混ぜ後 3 時間経過すると, スランプの低下率は 85~90% (スランプロス: 約 6.5~7 cm) となり, コンクリートの種類による差はほとんど認められなくなる。

2) 遅れ添加コンクリート (Fig. 2)

ベースコンクリートにおける単位水量の多少, すなわちスランプの相違のいかんにかかわらず, 混和剤を遅れ添加することによってスランプが大巾に回復する。このスランプの回復の程度は, Table V に示す混和剤の減水率によってうかがうことができる。すなわち, 剤そのものが有している減水率とスランプの回復から換算した減水率とを比較すると, AE と NL はほぼ同じ減水率となるのに対して, WR 系統は遅れ添加時の減水率の方がやや小さくなっている。これは, WR は主としてセメント粒子の分散作用によって減水性が発揮され, その効果はセメントが水と接した瞬間から始まるので, ある程度水和が進行した後での分散効果が低下するためと考えられる。また, WR-A の方が WR-N よりもスランプが大きく現れるのは, 前者では空気が連行されるからである。さらに, 単位水量が少ない場合の方が空気連行によるスランプ増大の効果が大きいことを示している。

いずれの遅れ添加コンクリートにおいても, 混和剤添加後のスランプ低下率は, 原コンクリートのそれよりも

Table V Kinds of concrete and chemical admixtures used

Kinds of concrete	Original concrete		Delayed addition adm concrete and flowing concrete	
			Water content in base concrete (kg/m <sup>3</sup> )	
	water content (kg/m <sup>3</sup> )	Percent of water reducing (%)	176	167
PL	179	0	0	0
AE	167	6.8	9.0	7.2
WR-N	150	16.2	13.2	8.4
WR-A	148	17.3	14.0	12.0
NL	150	16.2	—	15.6

小さく、しかも添加後2時間経過した時のスランプは、原コンクリートにおける3時間経過後のスランプと同じかやや大きく、混和剤の遅れ添加の効果が明確に現われている。

NLは遅れ添加後に約13cmのスランプ増となり、その後は2時間経過してもスランプロスには僅か1cm程度である。これは、NLの減水率が非常に大きいことと非空気連行性（スランプロスには空気量の減少によるものも含まれる）であるためと考えられる。なお、NLを混和したコンクリートの特徴として、攪拌を停止すると端極な偽凝結を呈し、数分後に粗骨材と水とが完全に分離するが、攪拌を再開するとこのような現象が消失し再びワーカブルなコンクリートとなる。しかし、遅れ添加後30分以降ではこのような現象が現われなくなるので、NLを用いたコンクリートを長時間運搬する場合には少なくとも添加後30分間はアジテートすることが望ましい。

### 3) 高流動化コンクリート

AE剤を用いたベースコンクリートに減水剤を遅れ添加したもの（AE-WR-N）と減水剤を用いたベースコンクリートにAE剤を遅れ添加したもの（WR-N-AE）におけるスランプの経時変化をFig. 3に示す。

AE-WR-NはWR-N-AEに比してコンシステンシーの改善の程度が著しいが、これは遅れ添加に用いた混和剤の減水率の差によるものである。従って、空気量が減少したときにそれを回復することを目的としてAE剤を遅れ添加する場合を除き、AE剤を遅れ添加してもコンシステンシーの回復・復元はあまり期待できない。すなわち、コンシステンシーの回復・復元を目的とする遅れ添加用混和剤には、減水剤あるいはAE減水剤の使

用が望ましい。

### (2) 凝結試験

凝結試験の結果をTable IVに示す。

#### 1) 原コンクリート

原コンクリートの始発時間は、練混ぜ後60分経過後に採取した試料の方がやや遅くなる傾向が見られる。この始発時間の遅れの程度は、遅延型減水剤（WR系統）で大きく（約1時間となる）、他の混和剤では約30分程度である。この遅れは、混和剤そのものの遅延効果による以外に、試験の方法（ブリージング水を除去してから試験するように規定されている）にも起因すると考えられる。

終結時間は、遅延型減水剤を用いたコンクリートでは、採取時間が遅くなった時間だけ終結も遅くなっている（遅延効果が継続していることを示す）が、他の混和剤（PLを含む）では練混ぜ直後に採取した試料の終結時間とほとんど変わらない。

始発と終結との時間差で比較すると、練混ぜ直後に採取した試料ではPLとAEはほとんど変わらず約120分であるのに対して、減水剤では160～170分とかなり長くなる。一方、練混ぜ後60分経過後に採取した試料では、PL、WRはそれぞれ120分、165分で練混ぜ直後の試料のそれと変わらないのに対し、AEでは約100分、NLでは約120分となり、AE、NLで時間差がやや短くなっていることがわかる。

#### 2) 遅れ添加コンクリート

遅れ添加コンクリートの凝結時間をPLのそれとの比で表わすと、AEで約1.4、NL、WRで約2.2となり、

Table VI Setting time

Classifications of concrete	Water content (kg/m <sup>3</sup> )	Sampling at just after mixing			Sampling at 60min after mixing or at just afters adding admixture			
		Kinds of admixture	Initial setting (h-m)	Final setting (h-m)	Kinds of admixture	Initial setting (h-m)	Final setting (h-m)	
Original concrete	179	PL (none)	5-12	7-12		5-30	7-32	
	167	AE	6-15	8-18		6-48	8-26	
	150	NL	8-27	11-18		9-04	11-00	
	150	WR-N	11-44	14-27		12-44	15-26	
	148	WR-A	11-38	14-07		12-32	15-15	
Delayed addition adm. concrete	167				AE	6-57	9-00	
				5-27	7-14	NL	10-20	13-21
						WR-N	11-15	13-57
						WR-A	11-56	14-22
	176			5-38	7-33	AE	6-52	8-46
Flowing concrete	167	AE			WR-N	16-21	19-20	
	150	WR-N			AE	13-39	16-33	

これは混和剤を遅れ添加することによって、コンクリートの打設可能な時間を延長できることを示唆するものである。なお、遅れ添加コンクリートの凝結時間と60分経過後に採取した原コンクリートのそれとを比較すると、前者の方が、NL, AE では遅くなり、WR では速くなる傾向が見られた。

### 3) 高流動コンクリート

WR-N-AE と AE-WR-N との凝結時間には2~3時間の差が認められた。これらのコンクリートは本質的には同じであるにもかかわらず、混和剤の添加順序によって凝結時間が著しく異なる。すなわち、コンクリートを練り混ぜる際に添加する混和剤と遅れ添加剤との組み合わせが適当で、異常凝結や硬化コンクリートの性質に悪影響を及ぼさない限り、遅延型減水剤を遅れ添加剤として使用の方がその効果をより発揮できることを示唆するものである。

### (3) ブリージング

ブリージングと経過時間との関係の一例を Fig. 4 に最終ブリージングと採取時間との関係を Fig. 5~7 に示す。

原コンクリートの場合、混和剤を添加することによってブリージングはかなり小さくなり、特に練混ぜ直後

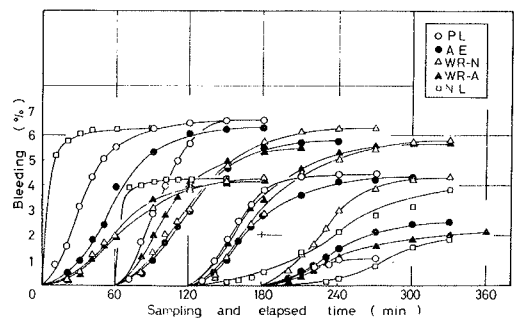


Fig. 4 Relationships between bleeding and sampling or elapsed time (original concrete)

測定の基点に採ると、AE 剤よりも減水率の大きい減水剤の方がブリージングを小さくする効果が大きい。しかし、練混ぜ後2時間あるいはそれ以降を基点に採った場合には、添加した混和剤による差がほとんど認められなくなる。

遅れ添加コンクリートの場合、AE 剤の効果、すなわち空気の速行による効果が大きく現われ、AE 剤の方が減水剤を遅れ添加したコンクリートよりもブリージングがかなり小さくなる。

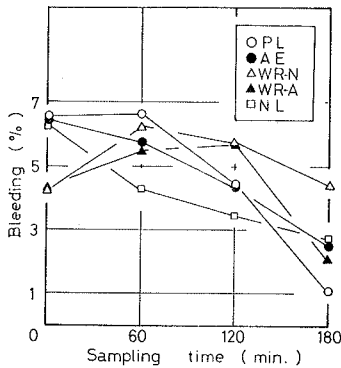


Fig. 5 Relationships between final bleeding and sampling time (original concrete)

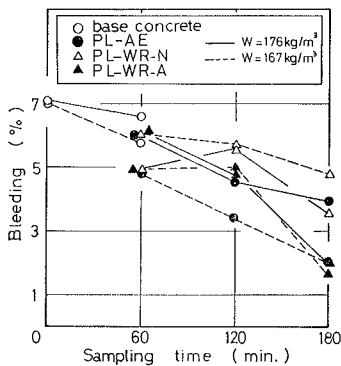


Fig. 6 Final bleeding and sampling time (delayed addition adm. concrete)

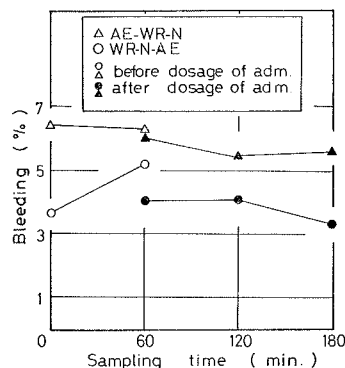


Fig. 7 Final bleeding and sampling time (flowing concrete)

同様のことが高流動化コンクリートについてもいえ、AE 剤を遅れ添加したコンクリート (WR-N-AE) の方が AE-WR-N よりもブリージングを小さくすることができる。従って、ブリージングを小さくするという観点から遅れ添加に用いる混和剤を考える場合には、減水剤よりも AE 剤の方が、減水剤の場合には空気連行タイプ (Aタイプの方が効果が大きい。しかし、表面仕上げのし易さ (フィニッシュビリター) の点から考えると許容される範囲でブリージングが存在することが望ましいので、凝結時間の遅延とブリージングとの関連において遅れ添加剤を選定する必要がある。

#### (4) 圧縮強度 (動弾性係数を含む)

材令28日における圧縮強度試験の結果および動弾性係数の測定結果を Fig. 8, 9 に示す。なお、圧縮強度と動弾性係数との間には直線関係が認められているので、ここでは主として圧縮強度について考察を加えることにする。

##### 1) 原コンクリート (Fig. 8)

全般的に、試料採取時間が遅くなるとともに圧縮強度が大きくなる傾向が認められ、練混ぜ直後に採取した試料の圧縮強度に比して PL, AE で約 10%, WR で約 20%の強度増が見られた。なお、NL では約 70%の強度増となっているが、動弾性係数の変化からはこの傾向が見られない。

##### 2) 遅れ添加コンクリート (Fig. 9)

遅れ添加直後に採取したコンクリートの圧縮強度は、WR-N を除き、ベースコンクリートのそれよりも低く、それ以降に採取したものは遅れ添加剤の種類にかかわらずほぼ一定の増加割合で強度が発現する。この強度増は、遅れ添加後 2 時間で採取したコンクリートで約 20%であるが、PL よりも大きい強度が得られたのは WR シリーズのコンクリートだけである。WR-N における強度の発現が著しいのは、AE や WR-A では遅れ添加直後の連行空気量が大きいのにに対して WR-N では空気量がほとんど変わらないことから、空気の連行による強度減が現われなかったためであろう。なお、NL を遅れ添加したコンクリートの強度減は著しいが、動弾性係数の測定結果ではこの傾向が見られない。このように NL の増減、圧縮強度と動弾性係数の傾向が必ずしも一致しないが、この原因の一つに、異常凝結が著しく供試体の製作上なんらかの不備があったことが考えられる。



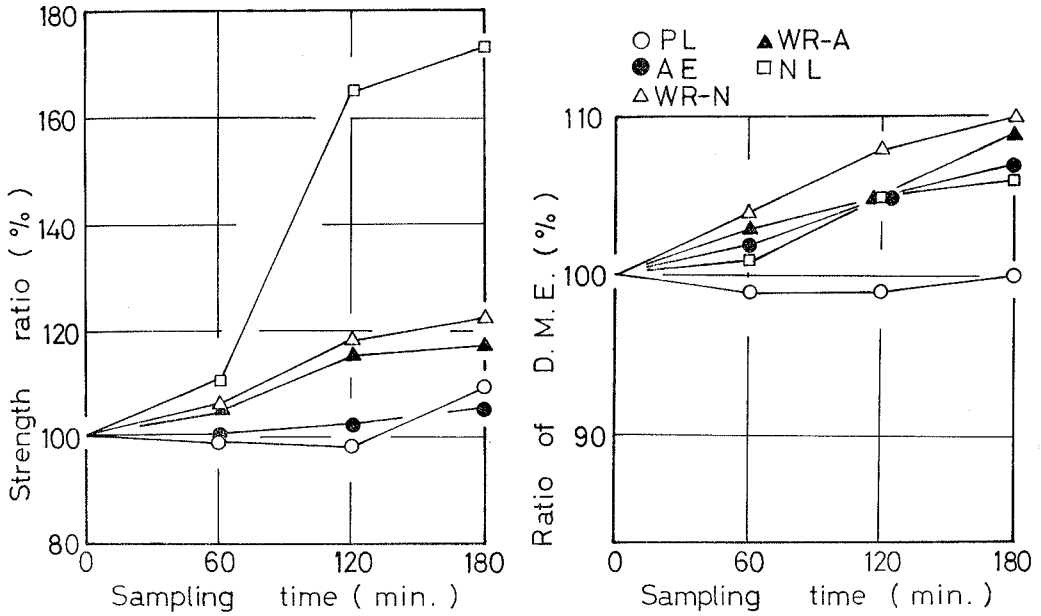


Fig. 8 Relationships between strength ratio or D.M.E. ratio and sampling time (Original concrete, testing age : 28 days, D.M.E. : dynamic modulus of elasticity)

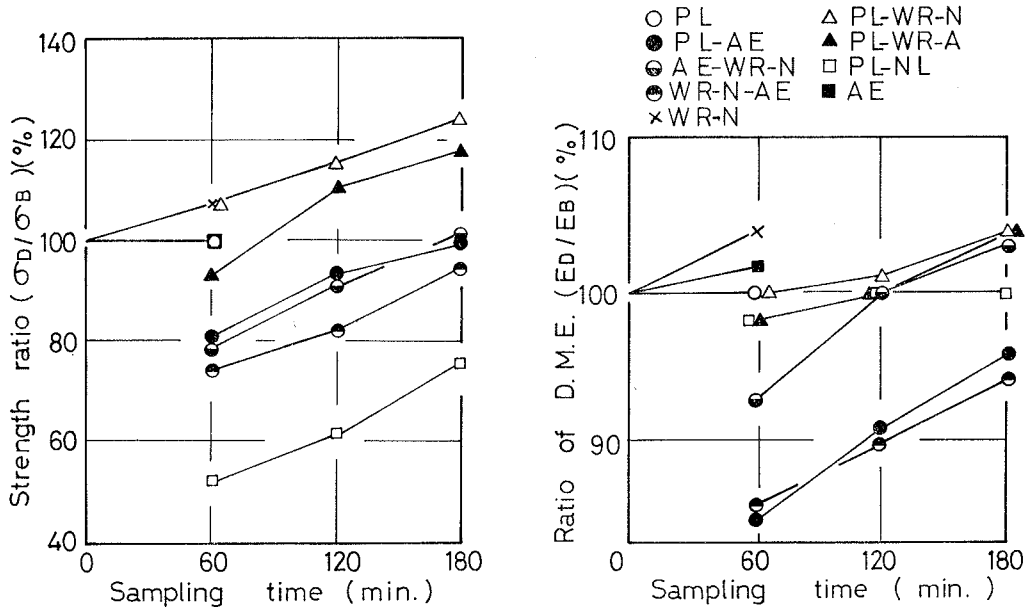


Fig. 9 Relationships between strength ratio or D.M.E. ratio and sampling time (delayed adm. concrete and flowing concrete, testing age : 28 days,  $\sigma$  : compressive strength, E : dynamic modulus of elasticity, B : base concrete, D : concrete produced by the delayed addition of admixture or flowing concrete)

### 3) 高流動化コンクリート (Fig. 9)

高流動化コンクリートにおいても、遅れ添加コンクリートと同様に、遅れ添加直後に採取したコンクリートの強度はベースコンクリートの強度よりも小さいが、採取時間が経過するとともに強度が増進する。さらに、AEを遅れ添加した高流動化コンクリートの強度は、WR-Nを遅れ添加したコンクリートよりも強度の発現が小さい。

#### (5) その他

本試験では、空気量の変化と単位容積重量の変化についても測定を行なったが、ここでは結果のみを簡単に記す。

1) スランプと同様に空気量も時間の経過とともに減少し、その絶対値が大きいものほど減少の程度が大きい。さらに空気の連行性は、AE剤を練混ぜ時に添加するよりも遅れ添加した方が良好であることが認められた。

2) 単位容積重量は時間の経過とともに増加する。遅れ添加直後における単位容積重量の減少の程度は、混和剤の空気連行性が大きいものほど大きく、遅れ添加後においては空気量の変化(減少)が大きいものほど単位容積重量の増加は大きいことが認められた。

## 4. 結 び

本研究によって、一般に使用されている良質の減水剤を遅れ添加することによって、スランプの回復・復元、凝結時間の遅延、高流動化などが容易に達成できることが確かめられた。遅れ添加コンクリートや高流動化コンクリートの単位水量は、ベースコンクリートのそれと変わらないから、強度、耐久性などの配合条件は完全に満足され、かつ材料分離が少なく、施工性の良好なコンクリートが得られることになる。

しかし、AE剤あるいは凝結遅延型減水剤を使用したコンクリートの場合、遅れ添加剤として使用する減水剤

との組合せいかんによっては、過大な空気の連行による強度の低下、あるいは過度の凝結遅延による脱枠時間の延長などの弊害が起るおそれもある。このことは、遅れ添加に用いる減水剤は高性能であることは勿論のこと、過大な空気が連行しない、また過度の凝結遅延を起さない混和剤が望ましいことを示唆している<sup>9)</sup>。

高流動化コンクリートにおいては、ベースコンクリートと混和剤の遅れ添加によって最終的に得られるコンクリートとは、ワーカビリティの点でかなり相違する。従って、高流動化コンクリートの配合は、最終点に得んとするコンクリートを目標に設計されなければならないが、この点がまた非常に難しい課題でもある。

今回の研究は基礎的な域を出ていないので、今後は実験条件を種々変えた試験を行ない、高流動化コンクリートや遅れ添加コンクリートの性状を究明するため努力して行き度い。

## 参 考 文 献

- 1) 日本材料学会編：コンクリート用化学混和剤，朝倉書店
- 2) 岸谷孝一：暑中コンクリートのスランプ低下防止方法に関する研究，セメント・コンクリート **No. 340**, June 1975
- 3) 服部，山川，東，飯塚：流動コンクリート，セメント・コンクリート，**No. 357**, Nov. 1976
- 4) 嵩，池田：高性能減水剤の遅延添加による高流動コンクリート，セメント・コンクリート，**No. 359**, Jan. 1977
- 5) 児玉，中川，御所窪：減水剤の新しい使用方法について——コンクリートのスランプ低下の防止，復元と高流動化および減水性の向上について——材料，(投稿中)