

# ミキサの種類と練りませ時間がコンクリートの品質に及ぼす影響

## EFFECT OF TYPE OF MIXER AND MIXING TIME ON PROPERTIES OF CONCRETE

岸 清\*・渡部 正\*\*・山田一宇\*\*\*・魚本健人\*\*\*\*

By Kiyoshi KISHI, Tadashi WATANABE, Kazuie YAMADA and Taketo UOMOTO

When concrete is mixed by a mixer, properties of concrete, such as a slump, bleeding ratio, compressive strength, etc., change as mixing time increases. As these properties of concrete differ not only by the mixing time but also by the type of mixer used, the same properties of concrete cannot be obtained at the same mixing time even when the mix proportion is the same. This paper clarifies that the condition to obtain the same properties of concrete using different type of mixer is to mix concrete with the same energy consumption of the mixer measured by means of electricity.

*Keywords : mixer, mixing time, slump, compressive strength, electricity*

### 1. まえがき

コンクリートミキサの構造形式は、多種多様にわたっているが、コンクリートの練りませ機構が十分に解明されていない現状では、コンクリートの製造効率に重点を置いてミキサの設計、製作が行われている。これは、ミキサの練りませ時間の決定をJIS A 1119「ミキサで練り混ぜたコンクリート中のモルタルの差及び粗骨材量の差の試験方法」によって行われており、コンクリートを構成する材料の混合度をモルタル量、粗骨材量といった特性値のばらつきのみで評価しているためであろうと考えられる。すなわち、現状では、コンクリート自身の品質特性値あるいはそのばらつきについての評価がなされていないため、必ずしも十分な練りませが行われているとはいえない懸念がもたれる<sup>1)</sup>。

一方、連続ミキサにおいては、最近「連続ミキサの練りませ性能試験(案)」が土木学会にて作成され、コン

クリートの均質性評価をJIS A 1119に加え、空気量差、スランプ差、圧縮強度差に対しても行うように規定している。

コンクリートの練りませが、他の粉体を扱っている工学分野の混合・混練と異なることは、①粒径が数ミクロンから数センチメートルまでの違いのある数種類の材料を混合すること、②それと同時にペーストを練りながら骨材粒子のまわりへコーティングさせようとすること、③液体の存在量が比較的多いこと等であり、それらを同一ミキサ内で行う複雑な操作技術であるといえる。しかし、練りませ機構の複雑さを解明しなくともコンクリートは容易に製造できるため、ミキサの構造設計や操作方法は経験的に育った技術であるのが現状である。

ところが近年、コンクリートを構成する材料をミキサに同時投入する従来法に対して、練りませ水を分割投入したり、ペーストあるいはモルタルを先練りする練りませ方式によって、コンクリートの品質を改良しようとする方法が開発されている<sup>2),3)</sup>。そして、それに伴いコンクリートの練りませ機構についても少しずつ明らかにされるようになってきた<sup>4)</sup>。しかし、そのような練りませ方法を採用する場合でも、製造されるコンクリート品質に対してミキサの機械的構造性能(形式、容量)、操作条件(練りませ量、練りませ時間、配合)および材料の

\* 正会員 東京電力(株)原子力建設部副部長  
(〒100 千代田区内幸町1-1-3)

\*\* 正会員 前田建設工業(株)技術研究所研究員  
(〒176 練馬区旭町1-39-16)

\*\*\* 正会員 工博 前田建設工業(株)技術研究所副所長  
(同上)

\*\*\*\* 正会員 工博 東京大学助教授 生産技術研究所  
(〒106 港区六本木7-22-1)

物性（比重、骨材径・形状）が影響を及ぼすため<sup>5),6)</sup>、材料投入順序の違いのみを論じることは練りませ機構を解明するうえで支障をきたすことになる。

以上のように、コンクリートの練りませという操作技術に及ぼす要因は多種にわたっているため複雑であり、その機構の解明は非常に難しいといえる。本研究では、練りませ機構に関する基礎的資料を得るために、ミキサの構造性能、操作条件であるミキサの種類（形式、容量、周速）と練りませ時間という要因に着目して実験を行った。そして、現状におけるミキサの練りませ性能評価法に対しての検討を行うとともに、それら要因がコンクリート品質に及ぼす影響について明らかにしたものである。

## 2. 実験概要

### (1) 使用したミキサの種類

使用したミキサは、表-1に示した5種類であり、可傾式2切、8切および水平二軸型のミキサは、回転体最外縁の周速が約1m/sの定速式である。そして可傾式4切とパン型のミキサは可変速式であり、それぞれ最大2m/s、3m/sまで連続的に変化させることができる構造となっている。

### (2) コンクリートの配合および練りませ方法

コンクリートの配合は、表-2に示したとおりであり、粗骨材最大寸法20mm、水セメント比55%とした。練りませ方法は、図-1に示した一括練りませ方式とし、ミキサ内への材料の投入場所や投入順序による影響をなくすため、ミキサ停止状態のもとで全材料を層状に2回に分けて投入した後に所定時間練りませた。1回の練りませ量は、すべて公称容量相当とした。

### (3) 測定項目

コンクリートの品質特性値としては、主にスランプ、空気量、圧縮強度を取り上げ、同時に現行のミキサ性能試験であるJIS A 1119の試験を実施した。いくつかの実験ケースにおいては、ブリージングも測定した。

各試験に供するコンクリートは、所定時間練りませた後に、可傾式ミキサでは停止状態で排出した試料を、水

平二軸型ミキサでは運転状態で排出した試料を、パン型ミキサでは停止させたミキサ内の試料をいずれも練り直しを行わないで3か所から採取した。そして、試験は3か所から採取したおのおのの試料について行い、その平均値をコンクリートの品質特性値とし、変動係数をミキサ内コンクリートのばらつきとみなした。

コンクリート練りませ時には、ミキサのモーターが消費する有効電力（以下消費電力とよぶ）と積算消費電力を測定した。

### (4) 実験条件

実験は、表-3に示すように練りませ時間を10~1000秒の範囲で変化させた。ミキサの周速は、可傾式ミキサ4切についてのみ、0.7、1.0、1.3m/sとし（標準は1.0m/s）、他のミキサは標準周速にて実験を行った。

表-2 コンクリートの配合

粗骨材 の 最大寸法 (mm)	W/C	s/a	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					
			W	C	細骨材 S	粗骨材G		混和剤 Ad
						10~20mm	5~10mm	
20	55	49	180	327	868	558	372	0.033

セメント：普通ポルトランドセメント  
細骨材：大井川産川砂、比重2.62、吸水率1.07%、粗粒率2.70  
粗骨材：秩父産硬質砂岩系碎石、比重2.70、吸水率0.64%  
混和剤：天然樹脂系A-E剤

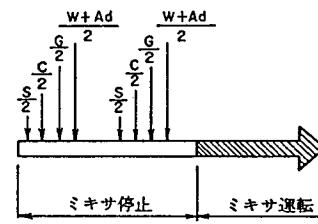


図-1 練りませ方法

表-3 実験条件

ミキサの形式	可傾式			水平 二軸 型	パン 型
	2切	4切	8切		
ミキサの周速(m/s)	1.00	0.7	1	1.3	0.98 1.07 2.0
練りませ時間(秒)	10 ~ 1000				

表-1 ミキサの諸元

形 式	公称容量	ミキサ内の容積① (ℓ)	練りませ量② (ℓ)	そう入率 ②/①	回転体の 最大直径 (m)	回転数 (rpm)	最外縁の 周速 (m/s)	羽根の 枚数	無負荷時 の動力 (kW)
可傾式ミキサ	2切	167	54	0.32	0.64	30	1.00	2枚	0.28
	4切	348	108	0.31	0.91	0~42	0~2.0	3組6枚	0.75
	8切	968	216	0.22	1.17	16	0.98	3組6枚	1.00
水平二軸型 強制練り式ミキサ	90ℓ	339	90	0.27	0.60	34	1.07	5枚/軸	0.80
パン型 強制練り式ミキサ	100ℓ	311	100	0.32	0.955	0~60	0~3.0	3枚	0.60

### 3. 練りませ時間に伴うコンクリート品質のばらつき

いずれのミキサを使用してもミキサ内のコンクリート品質のばらつきは、練りませ時間が短い場合には非常に大きく、練りませ時間の増加に伴って急激に減少し、ある特定の時間で定常状態に達した。

図-2は、可傾式ミキサ4切(周速1m/s)、水平二軸型ミキサ、パン型ミキサを使用した場合の練りませ時間に伴うコンクリート品質の変動係数および粗骨材量の差、モルタル量の差の推移を示したものである。いずれのミキサでも練りませ時間が長くなるとそれらは減少して120秒以降ではほぼ同一となることを示している。しかし、それ以前ではミキサ形式によってその変化傾向が

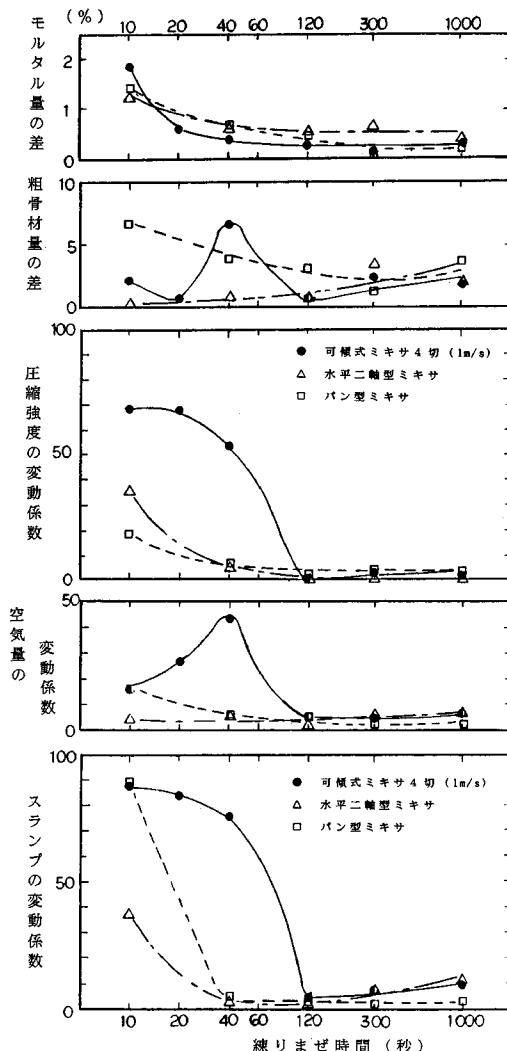


図-2 練りませ時間に伴うコンクリート品質の変動係数および粗骨材量、モルタル量の差

異なっている。すなわち、スランプ、空気量、圧縮強度の変動係数は、可傾式ミキサ4切が水平二軸型ミキサに比べて相対的に大きく、変化曲線の減少勾配も大きい。そして、変動係数が定常状態に達するまでの練りませ時間は、水平二軸型ミキサとパン型ミキサでは40秒であるのに対し120秒を要している。このことは、従来からいわれているように、可傾式ミキサでは、強制式ミキサの場合より練りませ時間を長くする必要があるということと一致する。

可傾式ミキサ4切で練りませ時間が10~40秒の範囲における粗骨材量の差、空気量の変動係数の変化曲線が他のミキサに比べて特異な傾向を示している。これは、可傾式ミキサ内でのコンクリート材料の運動状態が他の強制式ミキサの場合と異なり、重力の影響を受けやすいためであると考えられる。すなわち、材料が均一に混合されていない状態では、材料粒子間の比重差により分離偏析が形成されている過程であろうと考えられる。

品質特性値の変動係数が定常状態に達した時点以降では、粗骨材量の差、モルタル量の差がJIS規格である

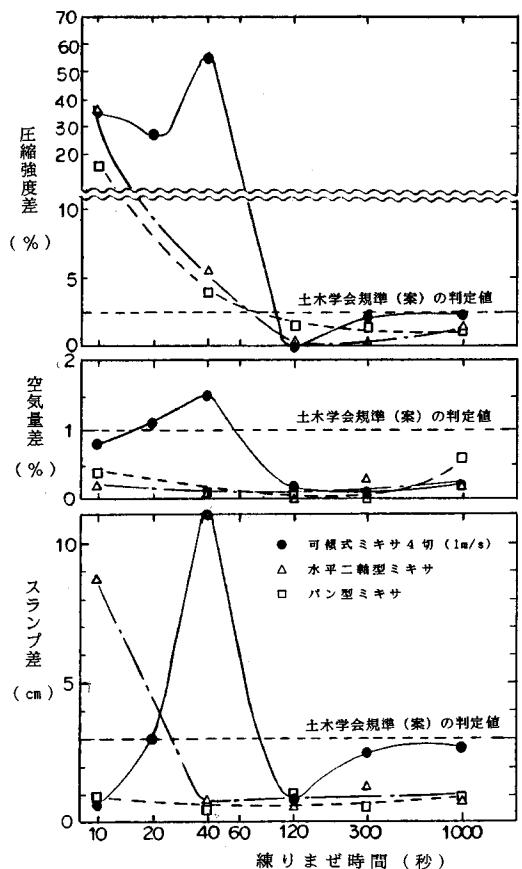


図-3 練りませ時間に伴うスランプ差、空気量差および圧縮強度差

5 %, 0.8 % をすべて満足している。しかし、可傾式ミキサ 4 切では、定常状態に達する以前に JIS 規格を満足する場合があり、粗骨材量の差、モルタル量の差のみではコンクリート品質の均一性を評価し得ない場合があることを意味している。

一方、土木学会規準「連続ミキサの練りませ性能試験(案)」では、JIS 規格に加えて、空気量差 1 % 以下、スランプ差 3 cm 以下、圧縮強度差 2.5 % 以下という規格値が設定されている。そこで、実験結果より、それらの規格値を満足する条件を求めるに图-3 に示すようにいずれのミキサでも練りませ時間 120 秒以上となり、水平二軸型ミキサとパン型ミキサでは JIS 規格に比べて長い練りませ時間としなければならないこととなる。これは、JIS 規格が供給材料のマクロ的混合度合である粗骨材量、モルタル量のばらつきのみを評価しているのに對し、土木学会規準では、コンクリートの品質特性値のばらつきをも同時に考慮しているためであり、ミキサの練りませ性能評価としては後者の方が合理的であるといえる。

しかしながら、コンクリート構成材料のばらつきあるいは品質特性値のばらつきを調べるというこれらの方法は、材料の混合早さ、混合能力を判定しているにすぎない。すなわち、目標とする混合度に到達する時間が早いか、遅いかを判定する方法であり、目標とする品質特性値に対して何ら評価していないからである。

#### 4. ミキサの種類がコンクリート品質に及ぼす影響

使用するミキサの種類が異なると、同一材料、同一配合であっても、得られるコンクリートの品質は著しく異なる。そして、それはミキサ内コンクリートのばらつきが均一となった以降においても認められた。

##### (1) スランプ、空気量に及ぼす影響

スランプは、いずれのミキサを使用しても練りませ時間とともに増大し、ある特定の時間で最大値に達した後に減少する。空気量は、スランプに影響を及ぼすほど大きな変化は示さない。これらの現象は、高炉スラグ微粉末をセメントの代わりに使用しても認められ<sup>6)</sup>、セメントの水和反応による影響ではないと考えられる。

图-4 は、可傾式ミキサで容量が 2 切、4 切、8 切の場合における練りませ時間とスランプ、空気量の関係を示したものであり、スランプは練りませ時間とともに増大し、120~300 秒で最大となりその後減少する。しかし、その変化曲線はミキサ容量によって異なっている。すなわち、スランプが最大に達する以前の練りませ時間では、ミキサ容量が大きいほどスランプ增加勾配が小さい。そして、最大値に達する時間も短く、2 切のミキサでは

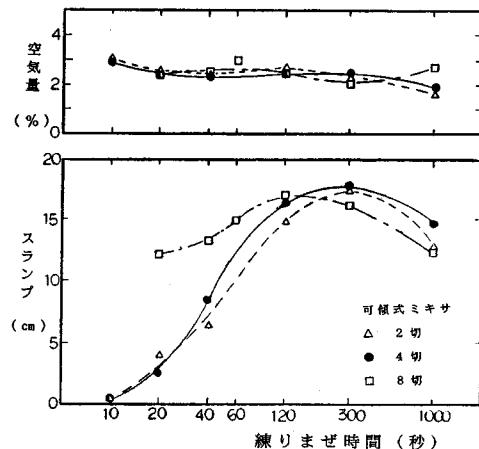


图-4 ミキサ容量が異なる場合の練りませ時間とスランプ、空気量の関係(可傾式ミキサ)

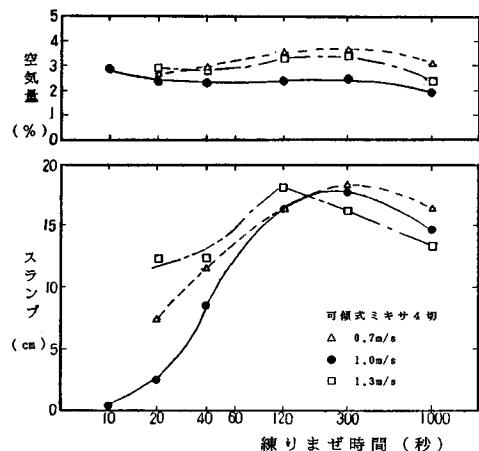


图-5 ミキサ周速が異なる場合の練りませ時間とスランプ、空気量の関係(可傾式ミキサ4切)

300 秒であるのに対し 8 切のミキサでは 120 秒である。

图-5 は、可傾式ミキサで周速を 0.7, 1.0, 1.3 m/s に変化させた場合の練りませ時間とスランプ、空気量の関係を示したものである。周速が大きいほど短い練りませ時間でスランプが最大となり、周速 0.7 m/s の場合に 300 秒であったのが、1.3 m/s では 120 秒となる。試験室用の小型可傾式ミキサは、メーカーの違いにもかかわらず、ほぼ 1 m/s の周速で製造されているが、この実験の範囲においては、スランプに対してそれが最適条件とはいえない。すなわち、周速が 1.3 m/s と大きい方が 1 m/s の場合より短時間の練りませでスランプが最大となるからである。

このように、同じ可傾式のミキサを使用して同一の練りませ時間としても、容量、周速が異なればコンクリートのスランプは同一とはならない。しかし、スランプが

最大となる練りませ時間で練りませればミキサの容量、周速にかかわらずほぼ同一のスランプが得られることが図-4, 図-5 からわかる。

一般に、このような試験室用の小型ミキサを使用してコンクリートを練りませる場合、JIS A 1138 に準拠して3分以上練りませを行う。しかし、上記実験結果のような現象を事前に把握しておかないと、その場合においても使用するミキサが異なれば、同一配合であっても同一スランプとはならない可能性があるといえる。

図-6 は、練りませ容量が同程度とみなせる可傾式ミキサ4切(周速1m/s)、水平二軸型ミキサ90l、パン型ミキサ100lを使用した場合の練りませ時間とスランプ、空気量の関係を示したものである。このように、水平二軸型ミキサ、パン型ミキサにおいても可傾式ミキサと同様、練りませ時間に伴ってスランプが増大して最大となり、その後減少するという傾向が認められる。しかし、練りませ時間が40秒以下の場合には、水平二軸型ミキサおよびパン型ミキサの方が可傾式ミキサよりスランプが大きく、そしてスランプが最大となる練りませ時間が短くなっている。

前章の図-2において、ミキサ内コンクリートの品質が均一となる練りませ時間は、水平二軸型ミキサ、パン型ミキサで40秒、可傾式ミキサで120秒であった。しかし、図-6 で明らかなように、その練りませ時間以降においてもスランプは変化しており、均一性が確保されてもスランプは一定とならない。

スランプがある特定の練りませ時間で最大となるということは、その時間で練りませるのがコンクリートの配合上最も有利であり、望ましいといえる。すなわち、スランプが最大となる練りませ時間で配合を選定すれば、

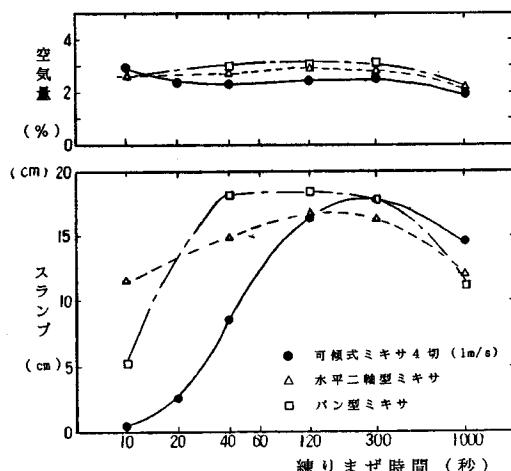


図-6 ミキサ形式が異なる場合の練りませ時間とスランプ、空気量の関係

最小の単位水量で所要のスランプが得られることになる。配合上最も有利な練りませ時間は、可傾式ミキサ4切の場合には300秒となり、品質が均一となる120秒より相当長く練りませる必要がある。

ミキサ形式の影響を、練りませ時におけるコンクリート単位体積当たりの積算消費電力量を指標として、全ミキサにおけるスランプとの関係をまとめると図-7 のようになる。ここに、コンクリート単位体積当たりの積算消費電力量は、練りませ時の積算消費電力量からミキサ空転時の積算消費電力量を引いて、それをコンクリートの練りませ量で除した値である<sup>7)</sup>。図から明らかなように、ミキサの形式、容量および周速が異なるいずれの場合でも、図中に示す曲線の±10%範囲内にデータがほぼ入っており、ミキサ消費電力量が同じであればほぼ同一スランプのコンクリートが得られるこことを示している。スランプが最大となるのは約0.5 Wh/l時である。すなわち、同一配合のコンクリートを異なるミキサで練りませる場合には、ある形式のミキサでスランプが最大となるときの積算消費電力を求めれば、他の形式のミキサでもそれと同じ積算消費電力となる時間で練りませることにより同一スランプのコンクリートを得ることができるといえる。

ミキサのモーターが消費する電力量が、実質的な練りませに関与するエネルギーであるならば、練りませ機構を解明するうえで重要な指標になるとともに、ミキサの練りませ性能を評価するうえで有用となる<sup>8)</sup>と考えられる。

## (2) 圧縮強度に及ぼす影響

練りませ時間を10秒から1000秒まで変化させると、同一配合であっても圧縮強度は著しく異なる。いずれのミキサを使用しても練りませ時間とともに圧縮強度は増大する現象が認められた。

図-8 は、可傾式ミキサで、容量が異なる2切、4切、8切の場合の練りませ時間と圧縮強度の関係を示したものである。いずれのミキサも練りませ時間に伴って圧縮

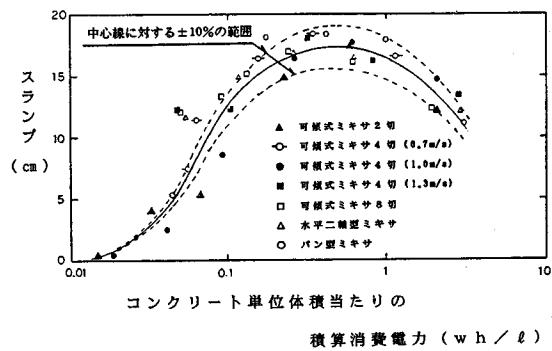


図-7 ミキサ消費電力とスランプの関係

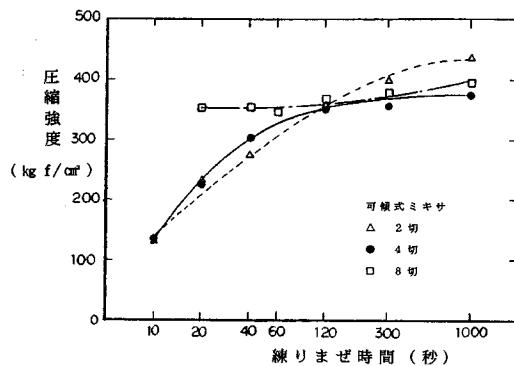


図-8 ミキサ容量が異なる場合の練りませ時間と圧縮強度の関係（可傾式ミキサ）

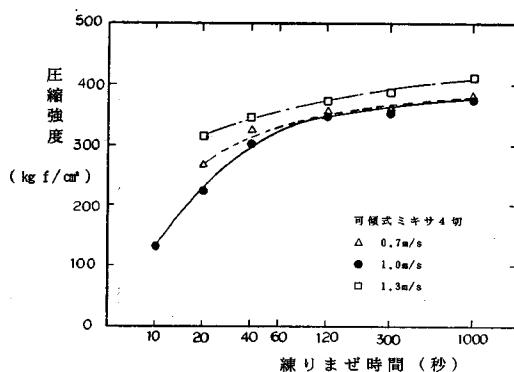


図-9 ミキサ周速が異なる場合の練りませ時間と圧縮強度の関係（可傾式ミキサ 4切）

強度が増大し、その増加勾配は容量2切のミキサが最も大きく、練りませ時間が1000秒の圧縮強度は、10秒時に比べて約300 kgf/cm<sup>2</sup>大きい。増加勾配が最も小さいのは、容量が8切のミキサであり、1000秒時の圧縮強度は、20秒時に比べて50 kgf/cm<sup>2</sup>増である。練りませ時間が120秒時にはいずれのミキサでも360 kgf/cm<sup>2</sup>とほぼ同一であり、それ以降は、容量4切と8切では同程度の勾配を示しているが、容量が最も小さい2切のミキサでは、それより増加勾配が大きい。このように、2切と8切のミキサでは圧縮強度の増加勾配に大きな違いが認められる。これは、表-1に示したように、コンクリートの挿入率が2切と4切のミキサでは約0.3であるのに対し、8切のミキサでは0.21と小さいこと、ミキサ内におけるコンクリートの落下高さが違うこと等が影響しているものと考えられる。

図-9は、可傾式ミキサ4切で周速を0.7, 1.0, 1.3 m/sに変化させた場合の練りませ時間と圧縮強度の関係である。圧縮強度は、いずれも練りませ時間に伴って増大しており、周速0.7 m/sと1.0 m/sではほぼ同一の増

加傾向を示している。しかし、周速1.3 m/sではそれより増加勾配が小さくかつ圧縮強度が大きい傾向が認められる。

このように、練りませ時間に伴って圧縮強度は著しく増大し、その増加傾向はミキサの容量、周速の影響を強く受ける。なお、前述したスランプの変化傾向との間に明確な相関性は認められない。

図-10は、可傾式ミキサ4切、水平二軸型ミキサ、パン型ミキサを使用した場合の練りませ時間と圧縮強度の関係を示したものである。圧縮強度の増加勾配は、水平二軸型ミキサが最も小さく、練りませ時間が10秒の場合の圧縮強度は、増加勾配が最も小さい可傾式ミキサに比べて約190 kgf/cm<sup>2</sup>大きい。しかし、1000秒時には、約25 kgf/cm<sup>2</sup>に縮小している。パン型ミキサは、練りませ時間が40秒以下の場合には、それらのミキサの中間に位置しているが、300秒以降に急激な増加がみられる。

スランプの場合と同様、ミキサの種類の影響をミキサ消費電力量を指標としてまとめると、図-11のようになる。図中に示した曲線の±10%の範囲内にデータがほぼ入っており、消費電力量が約0.1 Wh/lまでは圧縮

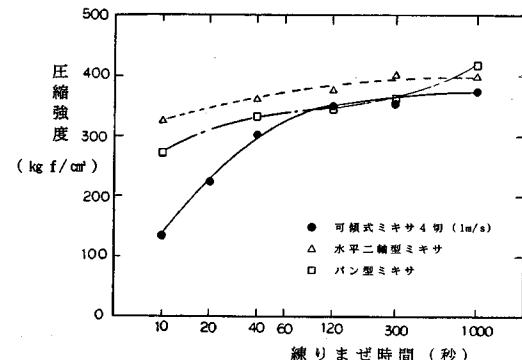


図-10 ミキサ形式が異なる場合の練りませ時間と圧縮強度の関係

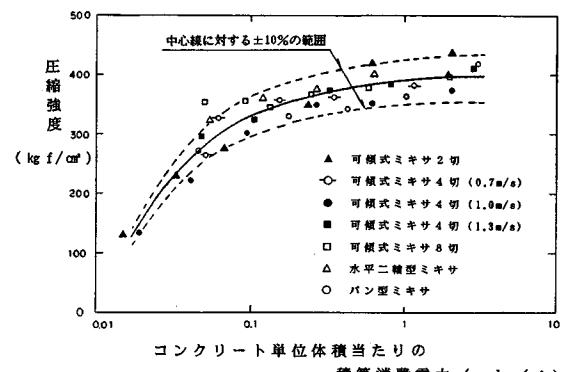


図-11 ミキサ消費電力量と圧縮強度の関係

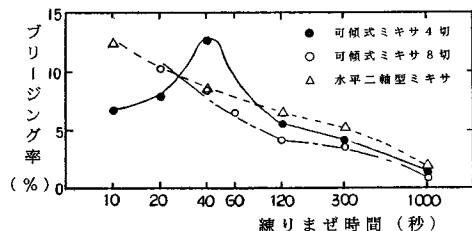


図-12 ミキサ形式が異なる場合の練りませ時間とブリージング率の関係

強度の増加勾配が大きく、それ以上では緩やかになっている。このように、ミキサが異なる場合でもスランプの場合と同様に、圧縮強度もミキサの消費電力量を指標として評価することができるものと考えられる。

### (3) ブリージングに及ぼす影響

ブリージングは、コンクリートの材料分離抵抗性を表わす1つの重要な指標である。そこで、可傾式ミキサ4切、8切および水平二軸型ミキサを使用した場合のブリージング率について検討を行った。

それぞれのミキサにおける練りませ時間とブリージング率の関係を図-12に示した。可傾式ミキサ4切で、練りませ時間40秒以下の場合のブリージング率が特異な値となっているが、ブリージング率は練りませ時間の対数にはほぼ反比例して減少している。

ブリージングは、コンクリートを構成する固体粒子と水の比重差によって生ずる現象であり、水の流れに対する固体粒子層の抵抗力に大きく影響を受ける。すなわち、同一材料、同一配合のコンクリートであってもブリージング率が異なるということは、固体粒子層の構成組織も異なっているためであろうと考えることができる。コンクリートを構成する固体で最も小さい粒子は、セメントであり、水が存在すると粒子同士が付着して、粒子径の大きい細・粗骨材に比べて分散性が劣るために、それを均一にするには大きな力を要する。練りませ時間を長くするということは、固体粒子に力を与え続けることであり、セメント粒子の分散性向上に寄与するといえる。そのため、セメント粒子の比表面積が増大し、各粒子に捕獲される水の量が多くなるとともに固体粒子層が均質化され、その結果としてブリージングが減少する考えることができる。

## 5. コンクリートの練りませ条件と配合に関する考察

本実験では、同一材料、同一配合のコンクリートを使用し、ミキサの種類と練りませ時間がコンクリート品質に及ぼす影響について検討を行った。その結果、練りませ時間に伴ってミキサ内のコンクリートの品質が均一に

なっても、品質特性値はそれ以降においても変化し、その変化傾向がミキサの種類により異なることが判明した。すなわち、練りませ性能を評価するJISの規格値を満足しつつコンクリート品質のばらつきが均一になった以降であっても、使用するミキサや練りませ時間が異なれば、品質特性値は同一とならない。

図-13は、スランプ、圧縮強度、ブリージングが、練りませ時間に伴ってどのように変化するかを模式的に表わしたものである。スランプは、練りませ時間に伴って増大して最大値に達してその後減少する。圧縮強度は、練りませ時間に伴って増加し、ブリージング率は減少する。しかし、このような変化傾向がミキサの種類によって異なるため、練りませ時間を同一としても得られるコンクリートの品質は同一とならない。

同一配合のコンクリートを、異なるミキサで練りませる場合には、ミキサの消費電力（コンクリート単位体積当たりの積算消費電力量）が同一となる時間で練りませることにより、ほぼ同一品質のコンクリートを得ることができる。図-14は、ミキサ消費電力量とスランプ、圧縮強度の関係を模式的に表わしたものであり、ミキサの容量、周速および形式の違いによる影響をほぼ同一に評価できる。

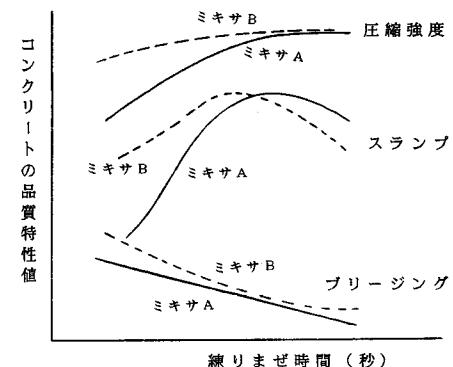


図-13 練りませ時間に伴うコンクリート品質の変化

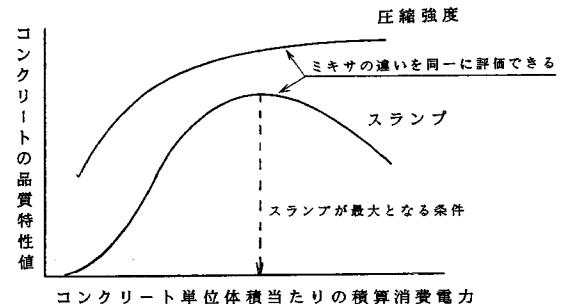


図-14 異なるミキサを使用した場合の消費電力量とコンクリート品質の関係

コンクリートを製造するうえで、スランプの変動を小さくしたい場合、あるいは、最も単位水量の少ない配合としたい場合には、スランプが最大となる時間で練りませを行なうのが最も有利な条件となる。すなわち、スランプが増加傾向あるいは減少傾向を示している段階では、練りませ時間のわずかな違いによっても変化しやすいといえ、スランプに対しては、それが最大となる練りませ時間が最も安定しているといえよう。スランプが最大となる練りませ時間は、本実験結果ではミキサの消費電力量が約 0.5 Wh/l 時である。

本実験では、同一配合のコンクリートのみを対象として行った。しかし、水セメント比の異なる配合のコンクリートを、異なる種類のミキサを使用し、同一の時間で練りませた場合の圧縮強度は、水セメント比が小さいほど、ミキサによる違いが顕著に現われる<sup>8)</sup>ことが明らかにされている。このことは、練りませ時間に伴うコンクリート品質の変化傾向がミキサの違いのみならず、配合によっても異なることを示唆しており、今後の検討課題である。

## 6. 結 論

ミキサの種類がコンクリートの練りませ特性に及ぼす影響について実験的に検討した結果、次のようなことが明らかになった。

(1) 現行の練りませ性能試験 (JIS A 1119) は、練りませ時間を決定するのに必ずしも的確であるとはいえない、練りませ時間に伴うコンクリートの品質特性値およびそのばらつきをも考慮した試験方法とすべきである。

(2) 練りませ時間に伴ってミキサ内のコンクリートが均一になんでも品質特性値は一定とはならず、それ以降も大きく変化する。

(3) ミキサの種類にかかわらず、スランプは練りませ時間に伴って増大して最大値に達しその後減少する。圧縮強度は練りませ時間に伴って増大し、ブリージング率は減少する。

(4) 同一配合の場合、スランプが最大となる時間で

コンクリートを練りませれば、ミキサの種類が異なってもほぼ同一のスランプを得ることができる。そして、そのときがスランプに対して配合上最も有利な練りませ時間となる。

(5) 同一配合の場合、ミキサの種類が異なっても、練りませ時間に伴うスランプおよび圧縮強度の変化はミキサ消費電力を指標として表わすことができる。

(6) ブリージング率は、練りませ時間に伴って減少する。これは、十分な練りませによってセメントの分散性が向上しているためであろうと推察される。

(7) 同一配合であっても、使用するミキサの容量、周速および形式が異なる場合には、同じ練りませ時間としても同一品質のコンクリートを得ることはできない。

## 参 考 文 献

- 1) ワーキンググループ報告：コンクリートの練り混ぜに関する技術と研究の現状、土木学会委員会資料、昭和 61 年 3 月。
- 2) 伊東・辻・山本：S.E.C コンクリートの特性と展望、セメントコンクリート、No. 410, Apr. 1981.
- 3) 田澤・宮沢：新しい練り混ぜ方法がコンクリートの性質に及ぼす影響、セメントコンクリート、No. 466, Dec. 1985.
- 4) 魚本：分割方式によるコンクリートの練り混ぜ方法に関する基礎的研究、コンクリート工学、Vol. 20, No. 9, Sept. 1982.
- 5) 岸・稻垣・山田・渡部：ミキサ形式・容量がコンクリートの品質に及ぼす影響、土木学会、フレッシュコンクリートの物性とその施工への適用に関するシンポジウム、昭和 61 年 3 月。
- 6) 岸・渡部・牧野・山田：練り混ぜ進行過程におけるコンクリートの物性および均一性、第 9 回コンクリート工学年次論文報告集、1987.
- 7) 曽我・高木・木村：練り混ぜエネルギーがフレッシュコンクリートの性状に及ぼす影響、第 8 回コンクリート工学年次講演会論文集、1986.
- 8) 魚本・西村：ミキサの練り混ぜ時間がコンクリートの品質に及ぼす影響、生産研究、1987. 5.

(1988. 2. 18・受付)