

超高強度コンクリートの施工性に関する実験的研究

東北大学 正 員 沼上 孝幸
東北大学 学生員 ○佐々木弘美
東北大学 学生員 池田 敬

1. まえがき

最近では、高性能減水剤の開発により、水セメント比を極端に下げる ことにより、圧縮強度が800 kg/cm²以上の超高強度コンクリートを作成することができるようになった。しかし、この種の高性能減水剤を用いた超高強度コンクリートは、時間とともにスランプが低下するという施工上の問題点が指摘されている。ところが、超高強度コンクリートを構造物に使用することにより、コンクリートの自重を軽減することができ、スパンの長大化が可能になるため、この種のコンクリートの施工性に関する問題を解決することは非常に急務であると考えられる。そこで、特殊な混和剤(X)を高性能減水剤と共に使用することにより、その問題点を改善することができるのではないかと考え、この特殊な混和剤を用いて、超高強度コンクリートの施工性に関する実験を行なった。

2. 実験材料

実験に用いたセメントは東北開発社製早強ポルトランドセメント、細骨材は宮城県白石川産川砂(比重2.52、吸水量2.50%、F.M.2.74)、粗骨材は宮城県志森産碎石(比重2.86、吸水量0.76%)であり、粗骨材の最大寸法は25mmである。減水剤はβ-ナフタリンスルホン ホルマリン縮合物を主成分とするもの(M)である。

3. 実験方法

減水剤と特殊混和剤の量、およびこれらの混和剤の混入方法をいろいろ変えて実験を行なった。練り混ぜ終了時を0分とし、30分、60分、120分、180分経過時において、スランプ

試験を行ない、合わせてコンクリート温

度も測定した。配合は表-1に示す。混和剤(M)、(X)の量は、セメント重量に対しての比率である。実験は(1)から(5)まで行ない、混入方法(A～O)は表-2に示すとおりである。

4. 実験結果及び考察

実験一(1)

結果は図-1に示す。Aは2時間後にコンクリートが非常に硬くなり、スランプ測定不可能となった。Bは3時間後にスランプ測定不可能になったが、比較的スランプダウンが小さい。Cは減水剤(M)を遅れ添加した。これは以前の試験で、効果があると考えられた混入方法である。しかし、初期のスランプは大きくなるが、スランプダウンが大きく効果がなかった。

表-1

水セメント比 w/c (%)	細骨材率 S _a (%)	セメント量 C (kg/cm ³)	混和剤量 M, X
26	35	600	適時変化

表-2

実験番号	混入記号	混入方法				コンクリート温度 ^① (℃)	空気量 (%)	圧縮強度 σ_r (kg/cm ²)
		注水時		練上り2分後				
		M (%)	X (%)	M (%)	X (%)			
(1)	A	1.4	—	—	—	160 ~ 195	1.8	—
	B	1.4	0.1	—	—		1.9	—
	C	—	0.1	1.4	—		1.1	942 ^②
(2)	D	1.4	0.10	—	—	180 ~ 200	1.7	—
	E	1.4	0.15	—	—		1.7	811
	F	1.4	0.20	—	—		1.8	843
(3)	G	1.4	0.1	—	—	120 ~ 150	1.3	799
	H	—	0.1	1.4	—		1.2	845
	I	1.4	—	—	0.1		1.4	—
(4)	J	1.4	0.1	—	—	110 ~ 135	2.1	870
	K	—	0.1	1.4	—		1.8	851
	L	0.7	0.1	0.7	—		2.1	—
(5)	N	1.6	0.2	—	—	90 ~ 120	1.9	—
	O	1.6	0.2	—	—	160 ~ 165	1.9	—

注) ① 0～180分までのコンクリート温度の変化の範囲

② 625

実験—(2)

結果は図-2に示す。特殊混和剤(X)の量を増やすと、スランプ経時変化曲線の形状はあまり変わらないが、スランプが小さくなっていく。ここで、30分時のスランプが0分時より小さくなっているが、これは以下の曲線でもわかるように、減水剤(M)と特殊混和剤(X)を同時に混入した場合の特徴である。また、少量の特殊混和剤(X)の混入は、コンクリートの硬化を非常に遅らせる。この特殊混和剤(X)の量は、0.3%以下が適切であると思われる。

実験—(3)

結果は図-3に示す。Iは特殊混和剤(X)を遅れ添加した。この混入方法では、30分時のスランプダウンが大きくあまり効果がなかった。Gは同時混入したものであるが、比較的スランプダウンが小さい。

実験—(4)

結果は図-4に示す。Jは減水剤(M)を分割混入したものであるが、効果はなかった。

実験—(5)

結果は図-5に示す。NとOは混入方法は同じであるが、Oのほうは練り上げ後に恒温室に移した。超高強度コンクリートのコンシステンシーは、コンクリート温度に非常に敏感であると以前より指摘されていた。コンクリート温度が高いと、スランプ経時変化曲線の形状はあまり変わらないが、スランプが大きく現われる。この実験でのコンクリート温度の違いは4.0~7.0℃である。コンクリート温度は、夏では20.0℃以上に、また冬では10.0℃以下になる。コンクリート温度は、気温と関係があると思われるので、気温によって混和剤の量を適切に変える必要がある。

以上の実験(1)~(5)より、減水剤(M)だけ混入するよりも、減水剤(M)と特殊混和剤(X)を同時に注水時に混入したほうが比較的スランプダウンが小さく、超高強度コンクリートの施工性に関してよい結果を示した。混入の量に関しては、減水剤(M)は1.4%~1.6%、特殊混和剤(X)は0.1%~0.3%が適当であると思われる。また、実験(1)~(5)までの空気量と圧縮強度を表-2に示したが、特殊混和剤(X)を混入しても、混入方法を変えてもあまり変わらなかった。超高強度コンクリートの施工性に関して、まだ改善すべき点が残されており、今後もこの点に関する研究が必要である。

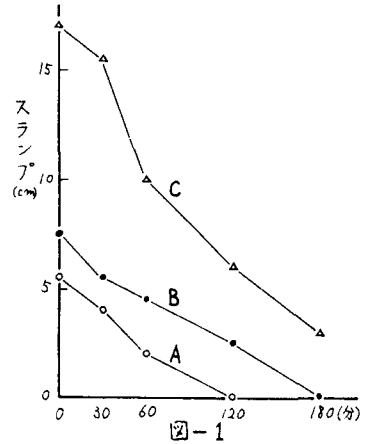


図-1

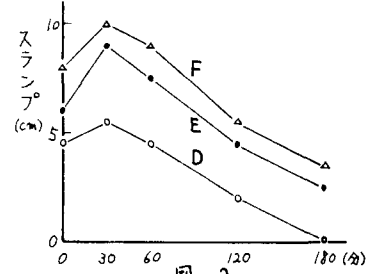


図-2

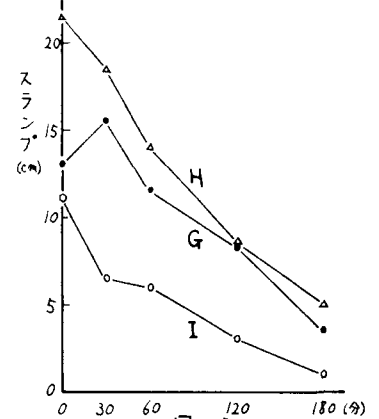


図-3

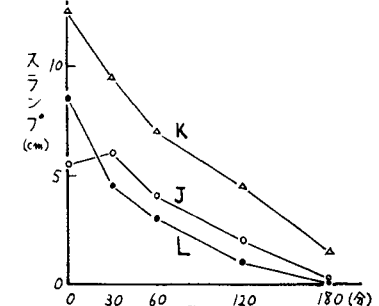


図-4

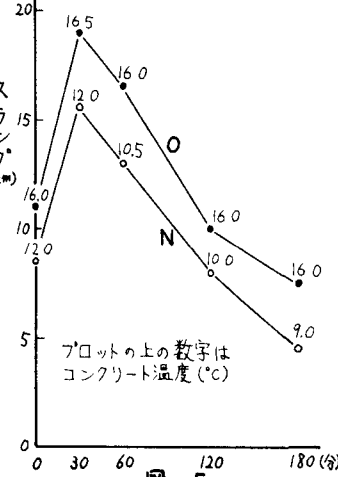


図-5