

(株) 竹中土木 正員 ○石塚 幸雄
名古屋工業大学 〃 吉田 弥智
竹中技術研究所 〃 吉岡 保彦

1. まえがき

硬練りコンクリートに流動化剤を添加し、打設時にコンクリートの流動性を高めて施工することが建築工事においては広く行なわれ、これに関する研究も多い。土木工事においても諸外国の事例から見て施工性の改善あるいは品質の向上のために流動化剤を利用することが考えられ、土木用コンクリートの品質の現状・施工条件・環境条件等の特徴を加味した研究が必要と思われる。本研究は、第一段階として流動化剤を用いたコンクリートが従来の土木用低スランプコンクリートと品質的に異ならないかどうかを把握することを目的として行なったものである。このために土木学会減水剤規格試験に準じた方法で流動化剤の性能評価を行なうとともに、流動化剤の利用例として想定したコンクリートについて品質の確認を行なった結果を報告する。

2. 流動化剤の性能評価実験

2.1 実験方法および使用材料: 流動化剤の性能評価方法は現在定められたものがないため、ここでは二つの方法で行なうこととした。一つは土木学会減水剤規格試験に準じた方法で、流動化剤を減水剤とみなし、プレーンコンクリートと減水率・ブリージング・強度性状等を比較するもので、表-1のNo.1~3の配合が対応する。このうちNo.3は流動化剤が後添加されることを考え、練りまぜ直後に流動化剤を添加するものとした。他の一つは建築学会で考えられているように、流動化剤添加前後の品質の比較から性能評価を行なうものである。ここでは、これらに流動化後のスランプに対応するワーカビリティの標準コンクリートを加え、No.4~6の配合条件を定めた。セメントは3銘柄の普通ポルトランドセメントを等量混合して使用し、骨材は川砂・川砂利を使用した。

骨材の物理的性質を表-2に示す。流動化剤はアルキルアリルスルホン酸塩高縮合物を主成分とする市販品を使用し、AE剤は指定のAE剤またはヴァインソルを使用した。コンクリートの練りまぜは容量120ℓの可傾式ミキサを用いて3分練りとした。

2.2 実験結果: 表-1の条件を満たしたコンクリートの配合を表-3に示し、養生28日までの試験結果をまとめて表-4に示す。規格試験のNo.1~3を比較すると、流動化剤を

練りまぜ時に添加したNo.2は、練りまぜ直後に添加したNo.3に比べて減水率が小さく、圧縮・曲げ強度が規格値を下回る場合も見られる。これは流動化剤がセメント粒子等に吸着され、減水効果が小さいことも一つの原因と考えられ、試験方法としては不適当と思われる。練りまぜ直後に流動化剤を添加したNo.3はいずれの規格値も満たしている。乾燥収縮についてはNo.1~3のいずれも殆んど差は見られなかった。No.5の流動化コンクリ

表-1 コンクリートの配合条件

No.	コンクリートの種別	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	単位セメント量 (kg/m ³)
1	流動化剤を用いないコンクリート	7±1	<2	300
2	流動化剤を用いたコンクリート (練りまぜ時添加)	7±1	4~4.5	300
3	流動化剤を用いたコンクリート (練りまぜ直後添加)	7±1	4~4.5	300
4	ベース A E コンクリート (SL=7cm)	7±1 ^{※1}	4±1 ^{※1}	300
5	流動化コンクリート (SL=7~18cm)	18±1 ^{※2}	4±1 ^{※2}	300
6	標準 A E コンクリート (SL=18cm)	18±1 ^{※1}	4±1 ^{※1}	※4と同じ水セメント比

※1 練り混ぜ後15分間静置し、1分間再撹拌したのちの値
※2 練り混ぜ後15分間静置し、流動化剤を添して1分間再撹拌したのちの値

表-2 骨材の物理的性質

骨材	産地・種類	最大寸法 (mm)	比重	吸水率 (%)	単位容積重量 (kg/m ³)	粗粒率
細骨材	大井川産 川砂	5	2.63	1.47	1720	2.76
粗骨材	大井川産 川砂利	25	2.65	0.75	1759	6.90

表-3 コンクリートの配合

No.	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)					
			水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤	流動化剤
1	51.3	40	154	300	778	1179	—	—
2	44.3	37	133	300	713	1222	C×0.01 [*]	C×0.5 [*]
3	42.3	37	127	300	718	1232	C×0.03 [*]	C×0.5 [*]
4	48.0	40	144	300	757	1147	C×0.025 [*]	—
5	48.0	40	144	300	757	1147	C×0.025 [*]	C×0.5 [*]
6	48.0	40	167	348	718	1066	C×0.025 [*]	—

ートはN0.6の標準コンクリートと同程度のワーカビリティが得られ、付着強度はブリージングの減少あるいはワーカビリティの向上により、流動化剤を添加することにより大きくなった。N0.4と比べてもブリージングがやや多くなる以外、圧縮・曲げ強度および乾燥収縮とも同程度であった。

3. 土木用コンクリートへの適用性実験

3.1 実験方法および使用材料: 本実験はマツアな新法に使用されることの多い最大寸法40mmの骨材を用いたコンクリートと小規模ダム等に使用が考えられる60mmの貧

配合コンクリートに流動化剤を使用し、これらの品質の確認を目的として行なった。配合条件は表-5に示す。練りまぜは3分間とし、その後15分間静置した。1分間再撹拌し直ちにスランプ・空気量等の測定を行ない、強度試験用の供試体を採取した。セメントは普通ポルトランドセメントまたはB種フライアッシュセメントを使用した。細骨材は大井川産の川砂を使用し、粗骨材は砂岩系碎石で最大寸法40mmまたは60mmのものを使用した。ベースコンクリートにはAE減水剤を、また流動化剤は2章と同じものを使用した。

3.2 実験結果: 試し練りで定められた配合を表-5に示す。最大寸法40mmの骨材を用いた場合でもスランプは流動化剤の添加量に比例し、 $C \times 0.5\%$ の量を添加することによりスランプは約11cm増大した。このことから最大寸法25mmの骨材を使用した場合と流動効果は同等と思われる。また、流動化剤を使用することにより、これと同程度のスランプの標準コンクリートよりも単位セメント量で20kg程度の低減が可能と考えられる。最大寸法60mmの骨材を用いた貧配合コンクリートを流動化させた場合でも十分なワーカビリティが得られたが、スランプを1cm増大させるのに要する流動化剤量は約1.4倍となった。流動化剤を添加することによる空気量・圧縮強度の変化は図-12に示すように殆んど差は認められず、コンクリートの品質は流動化剤と変らないと考えられる。

4. あとがき

以上のことから、比較的低スランプである土木用コンクリートに流動化剤を用いた場合にも品質の低下を招くことはなく、施工性の改善に有用であると考えられる。なお、長期保存試験・耐久性試験を実施中で、結果を得次第発表したい。最後に、本実験の遂行に協力を頂いた竹本油脂(株)の諸氏に感謝の意を表します。

表-4 コンクリートの試験結果

試験項目 コンクリートの種類	単位 水量 (% $\pm$)	ブリー ジング量 (% $\pm$)	圧縮強度 (kg/cm^2)		曲げ強度 (kg/cm^2)		付着 強度 (kg/cm^2)	乾燥収縮 ($\times 10^{-4}$)
			7日	28日	7日	28日		
減水剤規格(%)	90以下	70以下	100以上	100以上	95以上	95以上	95以上	+0.01以下
試1 流動化剤を用いない コンクリート	154 (100)	0.164 (100)	262 (100)	429 (100)	50.4 (100)	66.7 (100)	9.52 (100)	3.88 (-)
試2 流動化剤を用いたコ ンクリート (練りまぜ時添加)	133 (86)	0.054 (33)	278 (106)	399 (93)	53.5 (106)	59.5 (89)	12.58 (132)	3.92 (+0.0004)
試3 流動化剤を用いたコ ンクリート (練りまぜ直後添加)	127 (82)	0.082 (50)	331 (126)	453 (106)	56.6 (112)	67.5 (101)	12.91 (156)	3.76 (-0.0012)
試4 ベースA型コンクリート (SL=7cm)	144 (100)	0.098 (100)	257 (100)	382 (100)	49.7 (100)	60.5 (100)	8.70 (100)	4.20 (-)
試5 流動化コンクリート (SL=7 $\rightarrow$ 18cm)	144 (100)	0.109 (111)	247 (96)	395 (103)	49.0 (99)	59.5 (98)	12.92 (149)	4.08 (-0.0012)
試6 標準A型コンクリート (SL=18cm)	167 (116)	0.137 (140)	237 (92)	366 (96)	48.9 (98)	63.2 (104)	10.03 (115)	4.59 (+0.0039)

表-5 コンクリートの配合条件および結果

粗骨材 最大寸法 (mm)	セメント の種別	配合条件		粗骨材 比率 (%)	単位 水量 (kg/m^3)	単位セ メント (kg/m^3)	流動化 剤量 (kg/m^3)
		スランプ (cm)	空気量 (%) orセメント比				
40	NP	7 $\pm$ 1	4 $\pm$ 1	55	41	148	269
		7 $\rightarrow$ 18					
		7 $\rightarrow$ 15					
		7 $\rightarrow$ 12					
		12 $\pm$ 1					
		15 $\pm$ 1				154	280
60	FB	5 $\pm$ 1	5 $\pm$ 1 [※]	220	38	220	220
		5 $\rightarrow$ 12					
		12 $\pm$ 1					
		5 $\pm$ 1					
		5 $\rightarrow$ 12					
		12 $\pm$ 1		250		250	250

※40mmでスクリーニング後の値

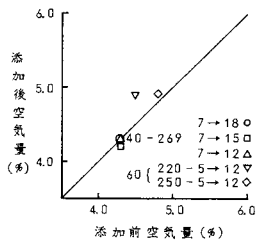


図-1 流動化剤添加による空気量の変化

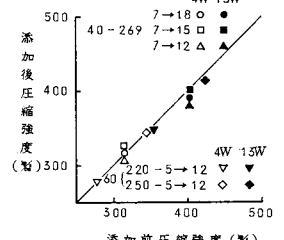


図-2 流動化剤添加による圧縮強度の変化