

V-19

高炉スラグ微粉末を用いた粉体系高流動コンクリートのコンシステンシー予測手法に関する一考察

秋田大学 学 ○佐々木 智
齋木 壽貴
正 加賀谷 誠

1. まえがき

製品用の高流動コンクリート(ランク 2)の配合設計を容易に行うため、粉体系高流動コンクリートのコンシステンシーをモルタルのフロー試験やペーストのロート試験から予測できるか否か実験的検討を行った。

2. 実験概要

粉体容積の内割り 30%で高炉スラグ微粉末を用いた粉体系高流動コンクリートの製造に用いた材料を表-1に示す。初期配合およびこれを調整した配合を表-2に示す。コンクリートの練混ぜには容量 50 ℓの強制練りミキサを使用し、練混ぜ時間を 3 分とした。粗骨材および細骨材を除いたモルタルおよびペースト成分をモルタルミキサ(JIS R 5201)により 90 秒間練混ぜを行って製造した。スランプフロー(以下 SF), V ロート流下時間(以下 V), ボックス型充てん高さおよび、空気量を測定した。モルタルによるフロー試験では、落下衝撃を与えないで測定したモルタルフロー(以下 MF)を測定した。セメントペーストによるロート試験では、プレパックドコンクリート用の注入モルタルの試験に用いる P ロートをを用い、ペーストの流下時間(以下 P)を測定した。直径 10cm, 高さ 20cm の円柱供試体を A 法¹⁾により製造し、材齢 28 日まで水中養生を行って圧縮強度を求めた。

3. 実験結果および考察

図-1 に、初期配合 30-0 に基づいて配合を変えたいくつかのコンクリートの MF と SF の関係を示す。両者の間には直線関係が認められ、MF は 7 mm 変化すると SF は 50mm 程度変化するのであって、モルタル成分の MF からコンクリートの SF が推定できると思われる。SF が目標範囲に入らない場合、SP 添加率あるいは単位水量を変えてこれを調整するのが一般的である。図-2 に SP 添加率と初期配合のモルタル成分の MF の関係を示す。SP 添加率を 0.1% 増加すると MF は 7mm 程度増加する傾向にあり、前図の結果を併せると SF は 50mm 程度増加すると予測される。この予測値は、SP 添加率の増減による SF の調整値の目安と一致している。図-3 に初期配合に基づいた水結合材比とモルタル成分の MF の関係を示す。単位水量のみを変えて SF を調整する場合、単位結合材量は変えずに単位水量を変化させて、単位骨材量を変える場合(I 法)と単位水量と単位結合材量を変化させて単位骨材量は変えない場合(II 法)が考えられる。両者ともコンクリートの W/B は変化する。図より、I 法より II 法の方が

表-1 使用材料

使用材料	記号	性質
セメント	C	普通ポルトランドセメント 比重:3.16
高炉スラグ微粉末	BS	比重:2.92 比表面積:4320cm ² /g
細骨材	S	川砂 比重:2.56 吸水率:3.08% 粗粒率:2.74
粗骨材	G	碎石 Gmax:20mm 比重:2.68 吸水率:1.46% 粗粒率:6.60
高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系
補助AE剤	AE	変性アルキルカルボン酸化合物

表-2 コンクリートの配合

配合名	SF (mm)	V (s)	充てん高さ(mm)	W/B (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					
						W	C	BS	S	G	SP(%)
30-0	585	19.9	297	30	4.0	167	399	158	762	831	1.1
32-I	655	11.0	311	32	3.2	178	399	158	749	815	1.1
32-II	640	14.0	188	32	3.2	172	388	154	762	831	1.1
33-II	680	12.1	300	33	4.1	175	381	151	762	831	1.1

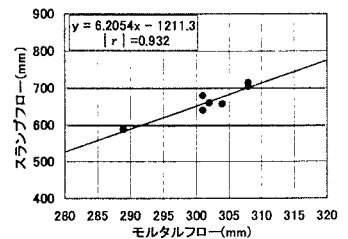


図-1 モルタルフローとスランプフローの関係

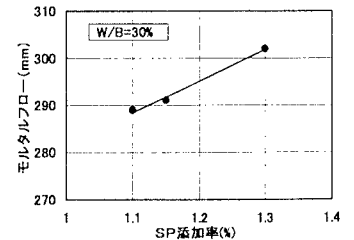


図-2 SP添加率とモルタルフローの関係

同じ W/B において MF は大きく、W/B が 3% 増加するに伴って MF は I および II 法において 18 および 11mm 程度それぞれ増加し、SF にして 129 および 79mm の増加に対応する。すなわち、I 法を用いた場合、SF の増加度が大きくなることに注意する必要がある。これらの調整により、SF が目標値に達した場合、V も同時に変化するのでその調整法を検討した。図-4 に P と V の関係を示す。コンクリートのセメントペースト成分の P と V の間には直線関係が認められ、V の目標範囲 7 ~ 13 秒に対応する P は 35 ~ 58 秒であって、P が 10 秒変化するのに伴って V は 2.5 秒程度変化することがわかる。図-5 に一例として W/B=31.1% のときの SP 添加率と P の関係を示す。SP の添加率を 0.1% 増加したときの P の減少程度は 2 秒程度であり、図-4 の結果と併せると V は 0.5 秒程度しか変化しないのであって、SP の添加率は V ロート流下時間に大きく影響しないことがわかる。図-6 に水結合材比と P の関係を示す。単位水量を増加させたとき、W/B も増加し、P は減少する傾向が認められる。W/B の 1% 増加に伴う P の減少程度は約 10 秒であって、図-4 の結果より V が 2.5 秒程度減少することになる。

これらの値を用いて初期配合 30-0 の調整を行った。SF が 585mm で V が 19.9 秒であったことから SP の添加率を増加して SF を調整しても V は調整できない。このため単位水量を変化させて調整を行った。まず、図-3 および 6 の結果から、I 法により 32-I のコンクリートを製造した。予測値としては、SF=671mm、V=14.9 秒であるが、実測値は SF=655mm、V=11.0 秒、充填高さ 311mm となり、ランク 2 のフレッシュコンクリートの要求性能の範囲を満足する結果となった。次に II 法により 32-II のコンクリートを製造した。予測値としては、SF=639mm、V=14.9 秒であるが、実測値は、SF=640mm、V=14.0 秒、充填高さ 188 となり目標範囲を満足しない結果となった。そこで 33-II のコンクリートを製造した。予測値としては、SF=665mm、V=12.4 秒であり、実測値は、SF=680mm、V=12.1 秒、充填高さ 300mm となり、目標範囲を満足する結果が得られた。今後充填高さの予測について検討を行う必要はあるが、SF と V が目標範囲に入ればほぼ満足するようである。図-7 に製造されたコンクリート種別ごとの圧縮強度を示す。SF および V を調整するために単位水量を増加し、W/B が増加すると圧縮強度の減少は避けられないが、W/B が一定で SF および V を調整するときの I および II 法の間では強度の変化は少ないようである。本研究の結果では 32-I の配合がフレッシュコンクリートの性質および強度の観点から選定されることができる。

4. まとめ

W/B とモルタルのフロー値およびセメントペーストの P ロート流下時間の関係から高流動コンクリートのスランプフローおよび V ロート流下時間を予測し、配合設計を容易に行うことが可能である。

参考文献

- 1) 土木学会：高流動コンクリート施工指針，1998.7.

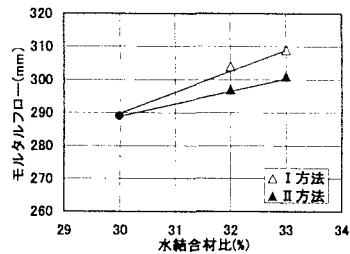


図-3 水結合材比とモルタルフローの関係

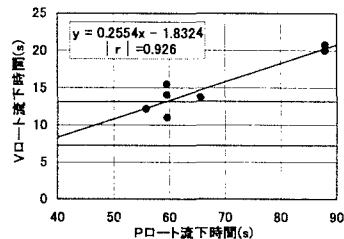


図-4 P-rot 流下時間とV-rot 流下時間の関係

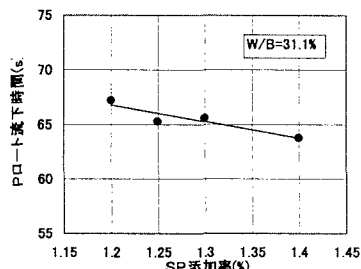


図-5 SP 添加率とP-rot 流下時間の関係

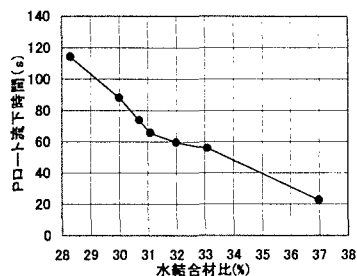


図-6 水結合材比とP-rot 流下時間の関係

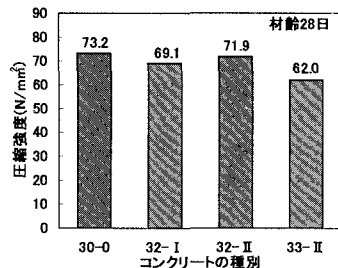


図-7 コンクリート種別ごとの圧縮強度