

V-60

高流動コンクリートの施工実験
—フレッシュ及び硬化コンクリートの性状について—

東京ガス（株） 正会員 中下 兼次
鹿島技術研究所 正会員 万木 正弘
鹿島技術研究所 正会員 坂田 昇
鹿島東京支店 正会員 深田 敦宏

1. はじめに

高密度配筋部においても自重のみで密実に充填する高流動コンクリートを今後一般に普及させていくためには、流動距離や鉄筋間隔等の施工条件に応じて要求されるフレッシュコンクリートの品質を明確にする必要がある。そこで、本研究では品質が異なる高流動コンクリートを製造し、それらを鉄筋間隔等の施工条件が異なる壁体（高さ2.6m、幅1.15m、長さ25.0mの土留壁）に締固めを行わず打込む施工実験を行った¹⁾。ここでは、この実験に供した高流動コンクリートのフレッシュコンクリート及び硬化コンクリートの性状についてその概要を報告する。

2. コンクリート配合

今回の実験では、特に製造時のコンクリートの流動性のばらつきを抑制できる特殊増粘剤²⁾の使用の有無及びスランプフローを要因として表-1に示す3種類の高流動コンクリートの配合を選定した。なお、3種類の配合とも水セメント比W/C=53.0%、水微粉末比w/p=95.0%とし、粉体としてセメント及び石粉を使用した。タイプIでは、特殊増粘剤を0.35kg/m³使用し、目標スランプフローを65±5cmとした。タイプIIでは、特殊増粘剤を0.21kg/m³使用し、目標スランプフローを55±5cmとした。タイプIIIでは、特殊増粘剤を使用せず、目標スランプフローを65±10cmとした。ここで、スランプフローの管理範囲は一般に±5cmとされているが、特殊増粘剤を使用しない高流動コンクリートでは、多くの場合±10cm程度ばらつくことが実状であり、実際にはこの程度の管理幅でも一般的な配筋部への打込みにおいては十分に充填することが報告されている³⁾。なお、タイプII、IIIでは、スランプフローを60分程度保持させるため、徐放剤を混入した高性能減水剤を用いた。

3. コンクリートの製造及び運搬

コンクリートの製造は、プラントミキサ（強制二軸式、容量3m³）を用いて行い、1バッチ2.5m³を練りまぜ、2バッチ分をアジテート車に積んで約30分間隔で出荷した。出荷量は、タイプI、II、IIIの順にタイプIを30m³（6台）、タイプIIを25m³（5台）、タイプIIIを30m³（6台）とした。練りまぜ時間は配合にかかわらず60秒一定とした。アジテート車一台ごとに細骨材の表面水率を測定し、水分補正を行った。

4. 実験結果の概要

4-1 フレッシュコンクリートの性状

図-1に細骨材の表面水率の測定結果を示すとともに、プラント出荷時及び現場着時のアジテート車ごとのスランプフロー、V型ロート流下

表-1 コンクリート配合

タイプ	W/C (%)	s/a (%)	目標 スランプフロー	目標 空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					SP剤 P×%	AE剤 (P×%)	特殊増粘剤 kg/m ³
					W	C	SD	S	G			
I	53.0	44.9	65±5	4±1	175	331	216	701	891	1.55	0.016	0.35
II	53.0	42.8	55±5	4±1	170	321	208	680	942	1.30	0.020	0.21
III	53.0	40.6	65±10	4±1	164	309	203	657	995	1.35	0.024	0.0

セメント：普通ポルトランドセメント（比重3.16）、石粉（SD）：石灰石粉（JIS A 5008、細度2.70）、P=C+SD

細骨材：山砂（比重2.60、F.M. 2.71、吸水率1.43%）、粗骨材：砕石（Gmax20mm、比重2.69、F.M. 6.62、実数率62.7%）

高性能減水剤（SP剤）：β-ナフタリンスルホン酸、AE剤：アルキルアミン系、特殊増粘剤：水溶性ポリシリカタイプ

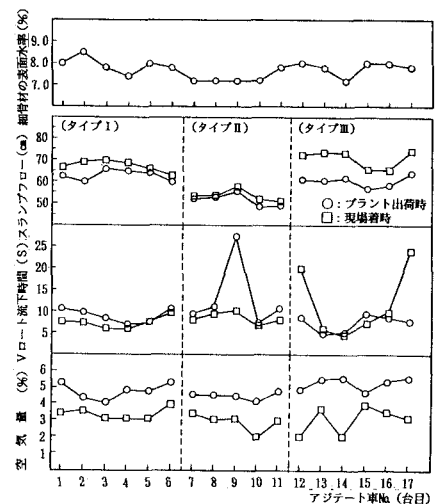


図-1 表面水率測定結果及びフレッシュコンクリート試験結果

時間及び空気量の変動を示す。なお、プラントから現場までの運搬時間は15～20分であった。試験当日降雨がありその影響も受け、細骨材の表面水率は7.1～8.6%の範囲で変動した。これらの測定値を用いて現場配合を補正し、コンクリートを練り混ぜた結果、タイプⅠでは現場着時のスランプフローが平均66.8cm、標準偏差2.5cmで、Vロート流下時間が平均7.3s、標準偏差1.3sであり、パッチ間のばらつきが極めて小さい結果となった。また、プラント出荷時と現場着時の差もスランプフローで約2cm、Vロート流下時間で約2sと小さかった。タイプⅡではプラント出荷時においてVロート流下時間が25s以上のコンクリートが存在したが、現場着時のスランプフローが平均53.3cm、標準偏差2.6cmで、Vロート流下時間が平均8.3s、標準偏差1.3sであり、タイプⅠと同様にパッチ間のばらつきが小さい結果となった。このようにスランプフローのばらつきが小さくなった理由として、特殊増粘剤の添加による高性能減水剤の鋭敏な分散効果の緩和が考えられる²⁾。これに対し、タイプⅢではスランプフローが平均70.7cm、標準偏差3.8cmで、Vロート流下時間が平均11.9s、標準偏差11.9sであり、パッチ間のばらつきが大きい結果となった。特に、Vロート流下時間は、6回の測定のうち、2回が20秒以上となった。また、プラント出荷時に比べて現場着時のスランプフローは10cm程度増大する結果となった。この理由の一つとして、高性能減水剤の種類及び増粘剤の使用の有無が考えられる。空気量は各タイプともにプラント出荷時に比べて現場着時の方が小さくなる傾向を示したが、その変動はタイプⅠが最も小さく、次いでタイプⅡ、Ⅲの順であった。

このように、特殊増粘剤を適量添加することによって、スランプフロー及びVロート流下時間のパッチ間のばらつきを小さくできるのに対し、特殊増粘剤を使用せず、粉体と高性能減水剤によって高流動したコンクリートは、パッチごとに細骨材の表面水率を補正してもスランプフローのばらつきがある程度生じる結果となった。凝結時間については、始発がタイプⅠで7時間20分、タイプⅡで6時間40分であったのに対し、タイプⅢでは10時間であった。

4-2 硬化コンクリートの性状

硬化コンクリートの性状を把握するため、現着時のコンクリートについて各タイプそれぞれ、圧縮強度用供試体を2回、凍結融解抵抗性及び乾燥収縮用供試体を1回ずつ作製した。材令28日の圧縮強度は、タイプⅠで437kgf/cm²、タイプⅡで457kgf/cm²、タイプⅢで452kgf/cm²であった。凍結融解抵抗性については、図-2に示すように、300サイクル後の相対弾性係数がタイプⅠで91%、タイプⅡで80%、タイプⅢで55%であった。これらの各々の空気量はタイプⅠで4.0%、タイプⅡで3.7%、タイプⅢで3.0%であり、凍結融解抵抗性を確保するためには空気量の大きさにもよるが空気量を4%程度とする必要のある結果となった。乾燥収縮量については、図-3に示すように90日の収縮ひずみがタイプⅠで 594×10^{-6} 、タイプⅡで 550×10^{-6} 、タイプⅢで 480×10^{-6} であった。既往の研究⁴⁾で普通コンクリート（単位セメント量320kg/m³、W/C=50%）の90日の収縮ひずみは 550×10^{-6} であり、今回の3種類の高流動コンクリートの乾燥収縮量は普通コンクリートと同程度であると考えられる。

5. まとめ

今回の実験によって、①特殊増粘剤を適量添加することによって流動性のばらつきを抑制できること、②特殊増粘剤の添加による強度及び耐久性への悪影響はないこと、③凍結融解抵抗性を確保するためには空気量を4%程度とする必要があること等が分った。

（参考文献）

- 1) 坂田, 中下, 深田, 万木; 高流動コンクリートの配合が施工性及び充填性に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.15-1.1993
- 2) 万木, 坂田, 岩井; 特殊増粘剤を用いた締固め不要コンクリートに関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.14-1.1992
- 3) 平野利光ほか; LNGガ防液堤における超流動コンクリートの導入, 土木学会第47回年次学術講演会概要集, 第5部, 1992.9
- 4) 改定新版, コンクリート工学ハンドブック, 朝倉書店, pp671

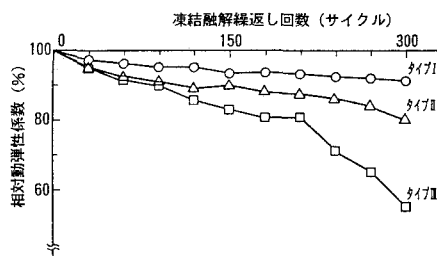


図-2 凍結融解試験結果

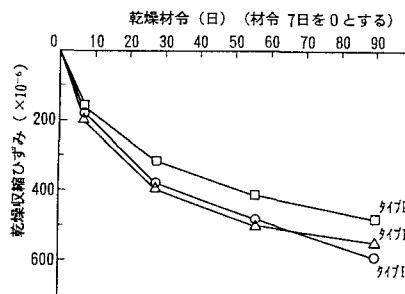


図-3 乾燥収縮試験結果

（材令7日まで20℃水中養生、以降相対湿度60%室内養生）