

多機能型混和剤を用いたコンクリートの基礎的性質に関する研究

八戸工業大学	正会員	○庄谷 征美
八戸工業大学	正会員	阿波 稔
太平洋ソイル（株）	正会員	鎌田 高志
太平洋ソイル（株）	正会員	小野 朝陽

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の大型化や形状・機能の多様化に伴い、コンクリート施工の良し悪しに起因する初期欠陥（コールドジョイント、ひび割れの発生など）が要因となって生じる構造物の早期劣化問題（耐久性の低下）の解決が重要な課題となっている。一方で、コンクリート材料の高機能化、高性能化を目的とした種々の混和材料の研究開発が積極的に進められている。そこで本研究は、コンクリート材料の流動性や材料分離抵抗性などの施工性の改善を主目的として開発された、多機能型混和剤を用いたコンクリートのフレッシュ性状や硬化コンクリートの組織構造について検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料及びコンクリート配合

本実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16 g/cm^3 ）である。細骨材として石灰岩砕砂（密度： 2.69 g/cm^3 、吸水率：0.27%、F.M.：2.70）、粗骨材は最大寸法 20mm の石灰岩碎石（密度： 2.71 g/cm^3 、吸水率：0.97%、F.M.：6.55）を使用した。多機能型混和剤はポリエステル繊維を主成分とするもので、後添加使用によりセメント分散効果を発揮するものである。なお、この混和剤の特徴は、コンクリート 1m^3 に対し $0.5 \text{ g} \sim 1.0 \text{ g}$ という極少量の使用量で効果が得られることである。

コンクリートの配合は、水セメント比を 40%、50%、60% の 3 ケースに変化させ、目標空気量は 4.5%、目標スランプは 8 cm とそれぞれ一定とした。なお、フレッシュコンクリートのスランプおよび空気量は、リグニンスルホン酸とセルロースエーテル系の AE 減水剤および天然樹脂酸塩系の空気連行助剤によりそれぞれ調整した。なお、コンクリートの練混ぜは、二軸型強制練りミキサを用いた。

2.2 実験方法

(1) フレッシュコンクリートの試験

フレッシュコンクリートの品質は、多機能型混和剤の添加の有無によるスランプおよび空気量の変化、JIS A 1123 に準拠したブリーディング試験により検討を行った。さらに、コンクリートの振動状態での締固め性能を評価することを目的に、振動台コンシステンシー試験（VB 試験）を行った。なお、VB 試験のテーブル振動機の振動数は、500rpm とした。

(2) 硬化コンクリートの組織構造の測定

コンクリートの組織構造を調べることを目的にコンクリート中の細孔組織および粗骨材界面の脆弱層の測定を行った。細孔組織の測定は水銀圧入式ポロシーメーターを使用した。測定は、コンクリート打設面から 5 mm、30 mm および 50 mm の位置においてモルタル片を採取し実施した。また、コンクリート中における粗骨材界面の脆弱層の性状は、微小硬度計によるヴィッカース硬さを指標値として調べた。測定は打設面から 5 mm の位置にある粗骨材界面を観察した。そして、打設方向と垂直な方向に骨材界面を選定し骨材と直行する線上においてヴィッカース硬さ値を 10^{-6} m 間隔で 100^{-6} m まで測定した。そしてバルク部のヴィッカース硬さ値よりも低い領域を脆弱層と定義した。

キーワード：混和材料、材料分離、コンシステンシー

連絡先（住所：八戸市大字妙字大開 88-1・電話：0178-25-3111・FAX:0178-25-0722）

3．実験結果

表-1 は、多機能型混和剤の有無によるフレッシュコンクリートのスランプ、空気量およびVB沈下度を示したものである。この表より、コンクリートの水セメント比に関わらず、混和剤の添加によりスランプが2cm程度増加することが確認された。また、混和剤を標準添加量（コンクリート1m³に対して1g）の3倍添加してもスランプに大きな変化は見られなかった。さらに、混和剤を用いたコンクリートのVB沈下度は、無添加のコンクリートに比べて大きく低下する傾向が見られた。これより、混和剤はコンクリートの締固め性の向上に寄与するものと考えられる。

図-1 は、ブリーディング試験結果を示したものである。この図に示されるように、多機能型混和剤を用いたコンクリートの最終ブリーディング量は、水セメント比が大きなケースほど減少する傾向が確認された。またブリーディングの抑制効果は添加量の増加に伴い向上した。これは、セメント分散効果を有する多機能型混和剤を使用することにより、フロック状のセメント粒子がより分散され、保水性能が向上したことによるものと考えられる。

図-2 は、粗骨材界面からの距離とヴィッカース硬さとの関係を示したものである。混和剤を添加することにより、粗骨材界面の強度が低い領域（脆弱層）が減少する傾向が確認された。これは、混和剤のセメントの分散効果によりフレッシュコンクリート中において粗骨材界面に移動する自由水が減少したことやブリーディングが抑制されたことなどによるものと考えられる。

表-2 は、多機能型混和剤の添加の有無によるコンクリート中の細孔組織の測定結果を示したものである。この表より、混和剤の添加により打設面からの深さ毎の標準偏差が小さくなる傾向が見られた。このことから多機能型混和剤の適度なセメント分散効果により、コンクリートの分離抵抗性が改善され均一な組織構造が形成されたものと考えられる。

4．まとめ

セメント分散効果を有する多機能型混和剤を用いたコンクリートの基礎的性質について検討を行った。実験の範囲内で以下のことが言える。

- (1)コンクリートの水セメント比に関わらず、混和剤の添加によりスランプが2cm程度増加し、VB沈下度が大きく低下することが分かった。なお、混和剤の添加がコンクリートの空気連行性に及ぼす影響は確認されなかった。
- (2)多機能型混和剤の添加により、最終ブリーディング量が減少する傾向が確認された。
- (3)多機能型混和剤の添加により、コンクリートの分離抵抗性が改善され、コンクリート中の粗骨材界面における脆弱層の領域が減少し、さらに、均一な組織構造が形成されるものと考えられる。

表-1 スランプ、空気量及びVB沈下度の測定結果

W/C (%)	スランプ値(cm)			空気量 (%)			VB沈下度(sec)	
	無添加	標準添加	三倍添加	無添加	標準添加	三倍添加	無添加	標準添加
40	8	10.0	9.5	4.7	4.7	4.7	28.23	19.06
50	8.5	10.5	10	4.5	4.6	4.8	21.79	13.15
60	8.5	10.5	10.5	4.6	4.5	4.4	17.42	10.24

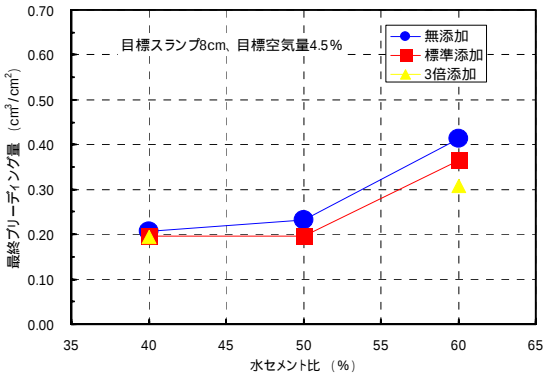


図-1 ブリーディング試験結果

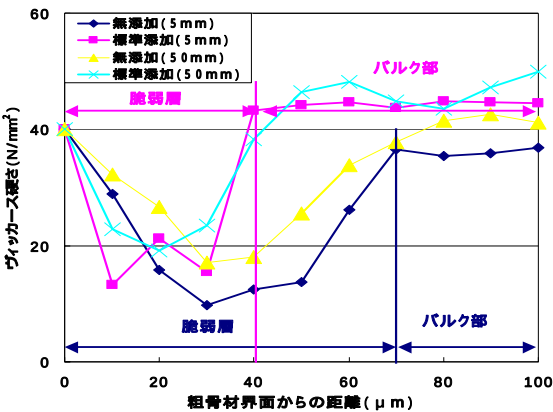


図-2 粗骨材界面の脆弱層の測定

表-2 細孔組織の測定結果

打設面からの距離 (mm)	無添加		標準添加	
	全細孔容積(cc/g)	平均細孔直径(μm)	全細孔容積(cc/g)	平均細孔直径(μm)
5	0.0697	0.060434	0.06570	0.049263
30	0.0554	0.039818	0.05770	0.039757
50	0.0513	0.032698	0.05950	0.032656
平均	0.0588	0.044317	0.06097	0.040559
標準偏差(±)	0.00019	0.000415	0.00004	0.000139