遠心力締固めにおけるポリカルボン酸系高性能減水剤の効果に関する一考察

グレースケミカルズ　正会員　○岩城 圭介
グレースケミカルズ　島村 敬之
グレースケミカルズ　正会員　西村　正

1. はじめに

ヒューム管などの管状コンクリート製品の製造に用いられる遠心力締固めは，脱水にともなう単位水量の減少により高強度なコンクリート製品が簡易に成形できる特徴を有する．しかし一方で，余剰水およびセメント，細骨材の微粒子で構成されるスラッジ水が多量に発生する課題も有しており，その対策として，スラッジ防止剤および抑制剤によるスラッジ水量の低減 [1] やポリカルボン酸系高性能減水剤によるスラッジ固形分量の低減と凝結遅延剤によるスラッジ水の練混ぜ水としての再利用 [2] などの取組みがなされている．

本研究では，遠心力成形におけるポリカルボン酸系高性能減水剤の有効性を検証する目的で，混和剤無添加のプレーン配合を含む数種類の配合で遠心力締固めにより供試体を作製し，その過程で発生したスラッジ水の物性と遠心力成形供試体から採取したコアの圧縮強度について検討した．

2. 使用材料および試験配合

使用材料を**表－1** に，試験配合を**表－2** に示す．試験配合は，混和剤無添加のプレーン 4 配合（P-1～P-4）と混和剤添加 3 配合（Ad-1～Ad-3）の計 7 配合であり，各配合とも目標スランプを 7±2.5 cm，配合上の空気量を 2.0%とした．なお，各配合種別の P-1，Ad-1 は推進管（50N），P-2，Ad-2 は外圧管（1 種），P-3，P-4，Ad-3 はマンホール他の各種管路製品を想定した配合である．

表－1　使用材料

区分・記号	種類・物性
水 W	上水道水
セメント C	普通ポルトランドセメント，密度 3.15 g/cm^3
膨張材 CSA	エトリンガイト系膨張材，密度 2.80 g/cm^3
細骨材 S	砕砂，表乾密度 2.67 g/cm^3
粗骨材 G	砕石 2005，表乾密度 2.67 g/cm^3
混和剤 Ad	高性能減水剤，ポリカルボン酸系

表－2　試験配合

配合	W/B (%)	s/a (%)	Ad (B*%)	単位量 (kg/m^3)					
				W	C	CSA	S	G	Ad
P-1	39.4	49.0	－	201	510	－	807	840	－
P-2	41.4	51.6	－	207	450	50	844	791	－
P-3	44.3	52.0	－	206	465	－	870	803	－
P-4	43.0	49.0	－	207	481	－	812	845	－
Ad-1	37.0	49.0	0.6	174	470	－	859	894	2.82
Ad-2	35.1	48.0	0.6	166	430	43	849	919	2.84
Ad-3	38.6	52.0	0.6	162	420	－	951	877	2.52

3. 試験方法

3.1 遠心力成形　遠心力成形用の型枠（直径 256 mm，高さ 120 mm）に 4.7L のコンクリートを投入し，低速（5G）2 分，中速 1（11G）3 分，中速 2（19G）3 分，高速（35G）12 分の計 20 分間の遠心力締固めを行った．また，発生したスラッジ水（**写真－1**）をピペットで採取した．なお，以上の遠心力成形供試体の作製とスラッジ水の採取は，各配合で 2 回実施した．

3.2 スラッジ水の分析　回収したスラッジ水の質量を測定した．また，スラッジ水を吸引ろ過し，固形分を乾燥させ，スラッジ固形分量を測定した．さらに，スラッジ水量やスラッジ固形分量から遠心力締固め後の水結合材比（以下，W/B）を算出した．

3.3 圧縮強度　遠心力成形供試体から直径約 46 mm のコアを 1 配合あたり 6 本採取し，JIS A 1107 に準拠して材齢 28 日で圧縮強度を測定した．遠心力成形を行わないコンクリートで標準供試体（φ100×200 mm）を作製し，JIS A 1108 により材齢 28 日で圧縮強度を測定した．なお，各供試体の養生方法は気中養生とした．また，各供試体の寸法・質量を測定し，単位容積質量を算出した．

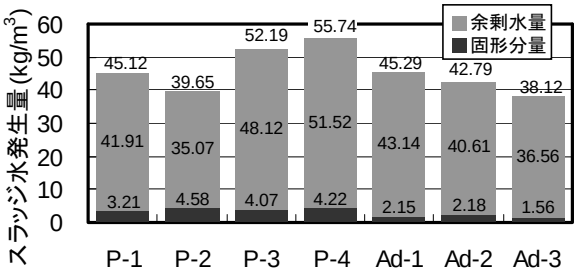
写真－1　遠心成形後のスラッジ水発生状況

キーワード：遠心力締固め，ポリカルボン酸系高性能減水剤，スラッジ水，スラッジ固形分，圧縮強度
連　絡　先：グレースケミカルズ 技術部　〒243-0807 神奈川県 厚木市 金田 100　Tel. 046-225-8877　Fax. 046-221-7214

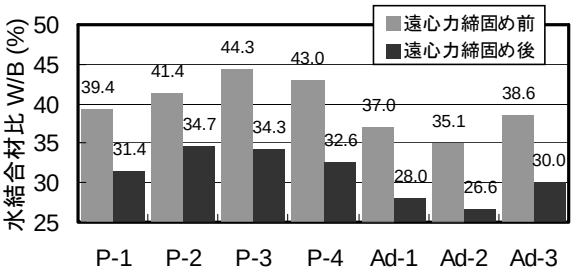
4. 試験結果

4.1 スラッジ水の性状 各配合のスラッジ水発生量とその内訳（固形分量，余剰水量）を**図－1** に示す．コンクリート 1 m^3 あたりのスラッジ水発生量には，高性能減水剤の添加による顕著な差異が認められなかった．しかし，スラッジ固形分量は，高性能減水剤の添加によりほぼ半減することが示された．

上記の固形分量および余剰水量から，遠心力締固め後の W/B を推定した．なお，スラッジ固形分の全量が結合材起因と仮定した．遠心力締固め後の W/B は，**図－2** に示すように各配合とも遠心力締固めにより 6～10%程度低減され，高性能減水剤を添加した配合では W/B が 30%以下であった．

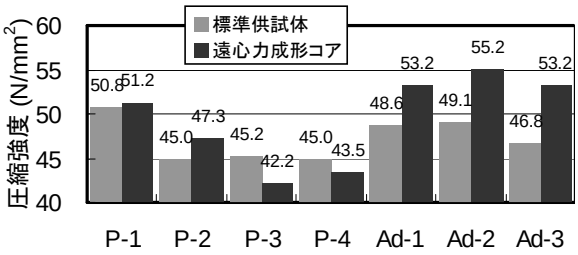


図－1 スラッジ水発生量とその内訳



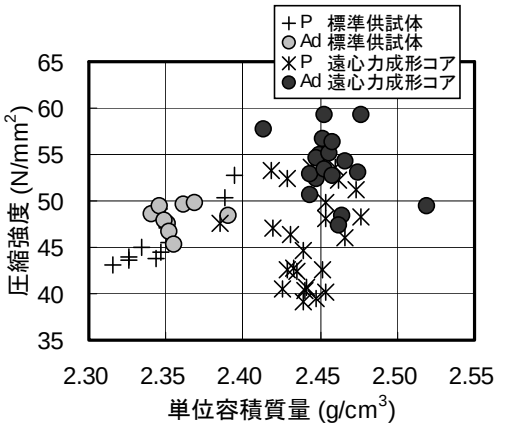
図－2 遠心力締固め前後の水結合材比 W/B

4.2 圧縮強度・単位容積質量 標準供試体および遠心力成形供試体から採取したコアの圧縮強度を**図－3** に示す．プレーンの P 配合系では，遠心力成形による顕著な圧縮強度の増加が認められず，P-3，P-4 配合では強度低下が認められた．一方，高性能減水剤を添加した Ad 配合系では，遠心力成形にともない 5 N/mm^2 程度の圧縮強度の増加が認められた．



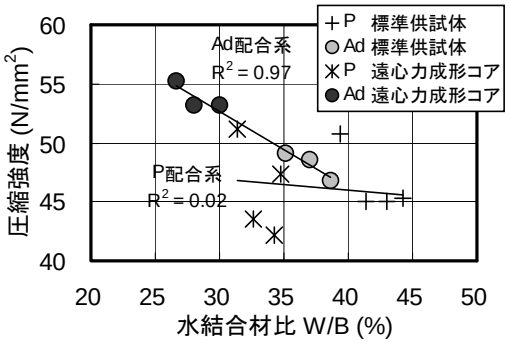
図－3 標準供試体および遠心力成形コアの圧縮強度

供試体ごとの単位容積質量と圧縮強度の関係を**図－4** に示す．P 配合系では，遠心力成形により単位容積質量が増加するものの圧縮強度が増加せず，圧縮強度のばらつきが大きくなる傾向であった．一方，Ad 配合系では，遠心力成形により単位容積質量，圧縮強度ともに増加しており，さらに，遠心力成形後の圧縮強度のばらつきも，P 配合系に比べて小さい傾向であった．



図－4 単位容積質量と圧縮強度の関係

各配合の遠心力締固め前後の W/B と圧縮強度の関係を**図－5** に示す．P 配合系では W/B と圧縮強度の相関性が認められなかったのに対し，Ad 配合系では W/B と圧縮強度の高い相関性が認められ，遠心力締固めによる W/B の低減が圧縮強度にも寄与する結果であった．



図－5 水結合材比 W/B と圧縮強度の関係

5. まとめ

以上の検討で得られた知見を以下に示す．

1) 高性能減水剤の使用によりスラッジ固形分量を半減でき，余剰水を優先的に除去できることが示された．この現象は，凝集剤によるスラッジ水の清澄化 [1] に類似しているが，ポリカルボン酸系分散剤が凝集作用を呈したとは考えにくく，その作用メカニズムについては，さらなる検討が必要である．
2) 高性能減水剤の使用は，遠心力締固めによる W/B の低減とそれにともなう強度増加，さらに強度のばらつきの低減に有効であることが示された．これは，余剰水の脱水による W/B の低減とセメント粒子の分散性の向上に起因すると考えられる．
3) スラッジ固形分量の低減は，遠心力締固めコンクリート製品製造における廃棄物の低減にも有効であると考えられる．

【参考文献】1) 下山 善秀：遠心力締固め製品製造時のスラッジ防止剤および抑制剤の現状，コンクリート工学，Vol.34，No.5，pp.16-22，1996. 2) 董 賀祥，島村 敬之，服部 恵光，安藤 哲也：遠心力鉄筋コンクリート管工場の発生スラッジの低減および再利用，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.1，2008.