

V-197

水中不分離性コンクリートの品質改良に関する基礎的検討

東京工業大学大学院 学生員 與良 祐司

東京工業大学工学部 正会員 長滝 重義

" 正会員 大即 信明

" 正会員 久田 真

1. はじめに 本研究では、水中不分離性コンクリートの品質改良、すなわち高強度化、高耐久化を図ることを目的としており、これを実現するにあたって、①：単位水量の低減、②：水結合材比の低減、③：混和材の使用、および④：①～③の組合わせ、を念頭に置き、その際に水中不分離性コンクリートとして必要とされる流動性を確保することを前提条件とした。そこで、まずモルタルによる基礎実験として、混和剤の添加量がモルタルの流動性に及ぼす影響等についての検討を行い、これに基づいて、流動性が同等で、硬化体において品質改良が期待できる水中不分離性コンクリートの配合を選定し、これらのコンクリートについて流動性、強度、耐久性についての検討を行った。

2. 実験概要 流動性の検討にあたっては、モルタルでは静置フロー、コンクリートではスランプフローを測定した。圧縮強度の測定には、 $\phi 10 \times 20$ cm円柱供試体を用い、打設後48時間の湿空養生の後脱型し、脱型後は水中養生を行い、測定材齢を7日および28日とした。耐久性については、上記の方法で養生した材齢28日の供試体を3% NaCl溶液中に28日間曝露した後、これを長軸方向に割裂し、断面に硝酸銀水溶液を噴霧し、変色領域により塩化物イオン浸透深さを測定した。コンクリートを水中打設した際の水中分離度については、水中不分離性コンクリート設計施工指針（案）に準じて、懸濁物質量を測定した。本研究で使用した材料の諸元を表-1に示す。

表-1 使用材料諸元

材 料	物 性 値
セメント	比重: 3.15 比表面積: $3340\text{cm}^2/\text{g}$ 表乾比重: 2.62
細骨材	吸水率: 1.17 表乾比重: 2.64
粗骨材	吸水率: 0.75 比重: 2.91
高炉スラグ微粉末	比表面積: $8070\text{cm}^2/\text{g}$ 比重: 2.14
シリカフェーム	比表面積: $20200\text{cm}^2/\text{g}$

3. 実験結果および考察 モルタルの流動性について検討を行った結果、水中不分離性混和剤の添加量の多少にかかわらず、高性能減水剤の添加率が5～6%のあたりで、その減水効果がみられなくなり、このことを参考にして、流動性が同等なモルタルの配合を決定した。モルタルの配合および静置フローの値を表-2に示す。また、コンクリートの流動特性はモルタルの流動特性で評価が可能である、つまり流動性が同等なモルタルの配合に、一定の体積濃度で粗骨材を加えることによって、流動性が同等となるようなコンクリートが得られる、との考え方¹⁾に基き、得られたコンクリートの配合を表-3に示す。なお、基準となるN1は水中不分離性コンクリート設計施工指針

表-2 モルタルの配合および静置フロー

No.	W/C (%)	S/C	水中不分離性混和剤 (%)*	高性能減水剤 (%)**	静置フロー*** (mm)
N1	50	1.42	1.4	3.0	209
N2	50	1.42	1.8	6.0	204
N3	50	1.42	1.0	2.0	206
W189	50	2.00	1.0	6.0	205
W190	40	1.42	1.0	6.0	198
SF	50	1.42	1.2	6.0	219
BFS1	50	2.00	1.2	6.0	217
BFS2	40	1.42	1.0	6.0	224

*水に対する重量パーセント

**セメントに対する重量パーセント（原液）

***モルタルフロー試験に準じフローコーンにモルタルを詰めこれを引き上げた後、打撃を全く加えずに5分間静置し、そのときの試料の広がり測定した値。

表-3 コンクリートの配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				粗骨材体積濃度 (%)	水中不分離性混和剤 (%)*	高性能減水剤 (%)**
			W	C	S	G			
N1	50	40	220	440	625	956	36.2	1.4	3.0
N2	50	40	220	440	625	956	36.2	1.8	6.0
N3	50	40	220	440	625	956	36.2	1.0	2.0
W189	50	44	189	378	756	956	36.2	1.0	6.0
W190	40	42	190	475	675	956	36.2	1.0	6.0
SF	50	40	220	440	625	956	36.2	1.2	6.0
BFS1	50	44	189	378	756	956	36.2	1.2	6.0
BFS2	40	42	190	475	675	956	36.2	1.0	6.0

*水に対する重量パーセント

**セメントに対する重量パーセント（原液）

（案）で定められている一般的な水中不分離性コンクリートの配合である。表-4にコンクリートのスランプフローの測定結果を示す。この結果から、粗骨材が同種であり、しかも単位粗骨材量が等しければ、コンクリートの流動特性がモルタルの流動特性で評価可能であることが確認された。図-1および2に、それぞれコンクリートの圧縮強度および塩化物イオン浸透深さの測定結果を示す。これらによれば、N1、N2およびN3については、圧縮強度、塩化物イオン浸透深さの両項目の測定値に大差がなく、このことから混和剤の添加率の大小が強度、耐久性に及ぼす影響は少ないものと考えられる。また、単位水量のみを低減させたW189については、圧縮強度の増加および塩化物イオン浸透抵抗性の向上といった効果はほとんど認められなかった。また、W/Cを低減させたW190は強度、塩化物イオン浸透抵抗性ともに向上させ、さらにセメントの50%を高炉スラグ微粉末で置換したBFS2は、材齢につれて無混和のものに比べより高強度となり、塩化物イオン浸透深さについては、28日間の曝露では供試体中への塩化物イオンの浸透が見られず、高耐久化についても高炉スラグ微粉末の混和はきわめて効果的であった。セメントの10%をシリカフュームで置換したSFも、高強度化、高耐久化が認められたが、その効果は高炉スラグを混和したものほどではなかった。水中分離度については水中打設時の懸濁物質量を表-4に示す。懸濁物質量の値は各配合で大きな差がみられるものの、水中分離度と水中不分離性混和剤の添加量との間には相関がみられず、この点については今後さらに詳細な検討が必要であると思われる。

4. 結論 本研究を通じて得られた主な結論を以下に示す。

（1）基準としたW/C = 0.5、単位水量 220 kg/m^3 の水中不分離性コンクリートと同等の流動性を持ちつつ、W/C = 0.4、単位水量 190 kg/m^3 のコンクリートを開発することができ、このコンクリートは強度ならびに塩化物イオン浸透抵抗性ともに基準のものを上回った。

（2）W/Cおよび単位水量を減ずることに加え、高炉スラグ微粉末を50%置換することにより、水中不分離性コンクリートの圧縮強度ならびに塩化物イオン浸透抵抗性はさらに向上する。

（3）モルタルに関する検討結果より、高性能減水剤には、水中不分離性混和剤の添加量によらず、減水効果がみられなくなる添加率がある。また、通常用いられる程度の範囲では、水中不分離性混和剤の添加量の増加にともなってモルタルの流動性は直線的に低下する。

参考文献1) 大即信明 他：水中不分離性コンクリートのモルタルによる流動性評価、第20回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集、1993

表-4 コンクリートのスランプフローおよび水中打設時の懸濁物質量

No.	スランプフロー (cm)	懸濁物質量 (mg/l)
N1	45.0	65.0
N2	41.5	32.5
N3	44.0	60.0
W189	46.5	60.0
W190	42.0	25.0
SF	45.0	22.5
BFS1	40.0	62.5
BFS2	42.0	45.0

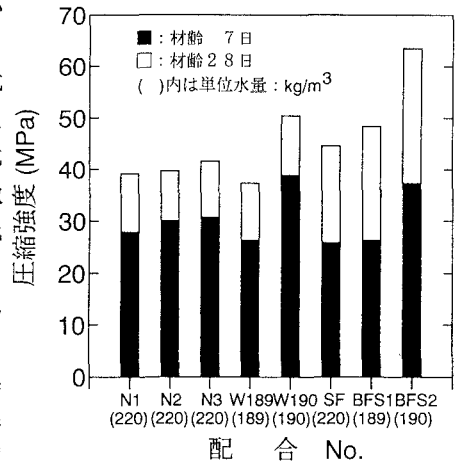


図-1 コンクリートの圧縮強度

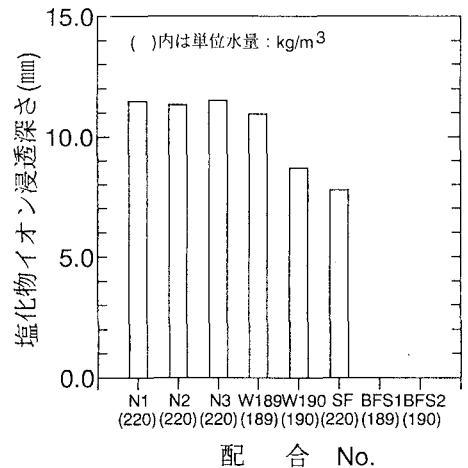


図-2 コンクリートの塩化物イオン浸透深さ