

ISO 規格 32.5 クラスセメントを用いた打重ねコンクリートの中性化に関する研究

九州大学工学部 学生会員 内藤 哉良 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
九州大学大学院 正会員 陶 佳宏 九州大学大学院 学生会員 相原 康平

1. はじめに

強度クラス 32.5 に分類されるセメントを用いたコンクリートは、同一強度とした場合に普通ポルトランドセメントと比較して、水セメント比が小さく粉体量を多く確保できるため、ブリーディング量が少ない。そこで本研究では、その特性により同セメントがコールドジョイントの発生に抑制に効果を発揮すると考え、促進中性化試験により、打重ねコンクリートの一体性について評価、検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

セメントは、強度クラス 32.5 に分類されるセメントのうち石灰石フィラーセメント(以下 LS)、三成分系混合セメント(以下 BL)の 2 種類を使用し、比較材料として普通ポルトランドセメント(以下 NPC)を用いた。各セメントの混合比と物性を表-1 に示す。細骨材は海砂(密度 2.57g/cm^3 、吸水率 1.60%、粗粒率 2.68)、粗骨材は碎石(密度 2.90g/cm^3 、吸水率 1.56%、最大寸法 20mm)を用いた。

配合は表-2 に示すように、呼び強度が 24N/mm^2 となるように水セメント比を定めた。混和剤にリグニンスルホン酸系 AE 減水剤、アルキルアリルスルホン酸系空気連行剤を使用し、スランプが $8.0 \pm 2.0\text{cm}$ 、空気量が $4.5 \pm 1.0\%$ となるように調整した。コンクリートの練上がり温度は 20°C とした。

2.2 供試体

供試体は $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の縦打ち供試体を使用した。供試体作製に当たっては、下層コンクリートの表面処理は一切行わず、所定の打重ね間隔(下層コンクリートのプロクター貫入抵抗値が 0.015, 0.07, 1.0N/mm^2)で上層コンクリートを打ち重ねた。各層 2 層に分け 10 回ずつ突き棒で突き固め、型枠を木づちで数回叩いた。なお、上層コンクリートの突固めの際、突き棒を下層まで貫入させなかった。コンクリート打込後 20°C 室内で 24 時間静置した後脱型し、 20°C 水中養生を 21 日間行った後、温度 20°C 湿度 60% の環境で 7 日間の気中養生を行った。供試体は各要因 2 本ずつ作製した。

2.3 実験方法

下層コンクリート打設時に、コンクリートのフレッシュ性状試験としてプロクター貫入抵抗試験(JIS A 6204)、ブリーディング試験(JIS A 1123)を行い、さらに、硬化コンクリートの性能評価として曲げ強度試験、促進中性化試験を行った。促進中性化試験は、材齢 28 日に達した供試体を温度 30°C 、湿度 60%、二酸化炭素濃度 5% の環境で 56 日間行った。促進終了後供試体を割裂し、割裂面にフェノールフタレイン 1%エタノール溶液を噴霧して赤変しない領域を中性化領域として中性化深さを測定した。打重ね面の中性化深さは、2 本の供試体それぞれの割裂面左右の中性化深さ(合計 4 箇所)を平均した値とした。

表-1 各セメントの混合比

試料名	密度 (g/cm^3)	比表面積 (cm^2/g)	凝結(h-m)		混合割合(mass%)		
			始発	終結	NPC	スラグ	石灰石
NPC	3.15	3390	2-35	4-00	100	-	-
BB	3.02	3890	3-05	4-15	約50	約50	-
LS	3.00	4200	2-25	3-50	71.4	-	28.6
BL	3.00	4210	2-25	3-35	64.3	14.3	21.4

表-2 各セメントの配合

試料	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				AE減水剤 (g/m^3)	空気連行剤 (ml/m^3)
			W	C	S	G		
BL	55.0	46.5	170	309	821	1062	966	618
LS	48.8	45.2	171	350	781	1064	1095	701
NPC	63.3	46.7	178	281	832	1067	879	562

AE 減水剤はセメント 100kg に対して 250ml

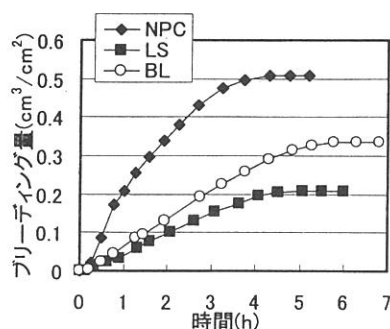


図-1 ブリーディング試験結果

3. 実験結果および考察

図-1にブリーディング試験結果を、図-2にプロクター貫入抵抗試験結果を示す。図-1の結果より、ブリーディング量は、LS, BLがNPCに比べて小さく、特にLSはNPCの総ブリーディング量の半分以下であった。その一つの要因として、全セメントを同一強度とした場合にLS, BLは水セメント比が小さく、粉体量を多く確保できることが考えられる。図-2に示す試験結果を見ると、どのセメントも凝結速度には大きな差が見られなかった。

表-3に各打重ね間隔における健全部の中性化深さと一体型の曲げ強度を示す。また、図-3にプロクター貫入抵抗値と曲げ強度比(打重ねコンクリートの曲げ強度/一体型の曲げ強度)の関係を、図-4に各打重ね間隔における中性化深さを、図-5にプロクター貫入抵抗値と中性化深さ比(打重ね部の中性化深さ/健全部の中性化深さ)の関係を示す。図-3、図-5より、いずれのセメントも打重ね間隔が長くなるほど、曲げ強度比は低下し、打重ね面の中性化深さは増加する傾向にあることがわかる。図-3の結果曲げ強度比はいずれの打重ね間隔においてもNPCがLS, BLより小さいことから、32.5クラスセメントを用いた打重ねコンクリートは強度面において普通セメントを用いた場合と比べて、より一体性が保たれていると言える。また図-4、図-5に示す結果に関して、LSはNPCより全体的に中性化深さが小さく、中性化に対する抵抗性に優れていると言える。BLの一体供試体では、NPCに比べて中性化深さが大きい結果となっており、これはセメントに混合した高炉スラグの影響と考えられる。しかし、NPCと比較して中性化深さの増加率は小さくなっており、この要因として、32.5クラスセメントはNPCと比較してブリーディング量が少なくなり、その結果打重ね面に堆積したレイタンスが少なくなったことが考えられる。

また、図-5に示す中性化深さ比から見ても、32.5クラスセメントはNPCに比べて小さいことから、32.5クラスセメントを用いた打重ねコンクリートはNPCを用いたコンクリートと比較して、耐中性化の観点からも一体性に優れていることがわかる。

特にLSは凝結の初期段階に打ち重ねた際の曲げ強度比と中性化深さ比ともにほぼ1.0と、打重ね部がより一体性が保たれていることが証明される結果となった。

4. まとめ

本実験の打重ね間隔の範囲内において、32.5クラスセメントを用いた打重ねコンクリートは、同一強度の場合において、普通セメントを用いた打重ねコンクリートに比べ、一体性が保たれており、特にLSはNPCと比較して、コールドジョイントの抑制に効果を発揮する。

【参考文献】1) 三谷裕二, 小早川真, 大森啓至, 山田一夫: 強さクラス32.5セメントを使用したコンクリートの充填性評価, 土木学会第57回年次学術講演会, V-712, pp.1423-1424, 2002

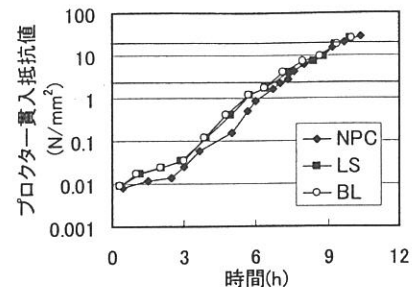


図-2 プロクター貫入抵抗試験結果

表-3 健全部の中性化深さと一体型の曲げ強度

打重ね間隔 (N/mm ²)	健全部の 中性化深さ(mm)			曲げ強度 (N/mm ²)		
	LS	BL	NPC	LS	BL	NPC
0	12.3	14.4	11.7			
0.015	14.1	16.6	13.2	4.09	4.21	4.37
0.07	13.0	15.1	13.2			
1	13.7	15.3	13.1			

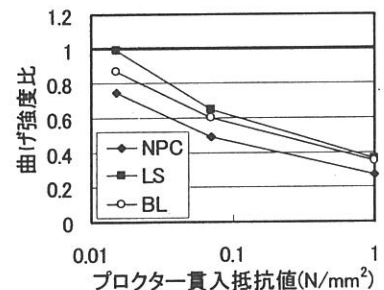


図-3 曲げ強度試験結果

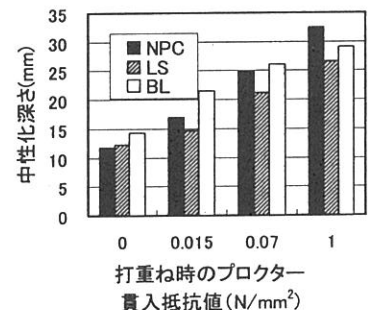


図-4 打重ね間隔と中性化深さ

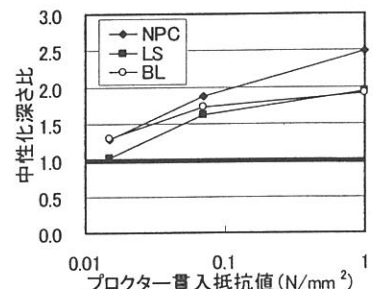


図-5 打重ね間隔と中性化深さ比