

発泡剤を混入した水中不分離性コンクリートの諸特性について

東洋建設(株) 正会員 ○末岡英二
東洋建設(株) 正会員 佐野清史

1. まえがき

水中不分離性コンクリートは、その優れた分離抵抗性から種々の水中コンクリート工事に使用されている。その中でも、流動性に優れた性質から、水中での間隙充填への適用例は多い。一方、発泡剤はその膨張性により、コンクリートの充填性および新旧コンクリートの一体化を図る目的で、プレバックドコンクリート、逆打コンクリートなどに利用されている。本研究は、水中不分離性コンクリートの間隙充填をより確実なものにするため、発泡剤の利用を考え、適用性を調べたものである。本稿はその第一段階として、発泡剤を添加した水中不分離性コンクリートの諸特性について報告する。

2. 実験方法

発泡剤を添加した水中不分離性コンクリートの品質を調べるため、圧縮強度試験、スランプフロー試験、水中分離抵抗性試験(pH、懸濁物質)、(フレッシュコンクリートにおける)空気量試験、凝結試験、膨張量試験を実施した。実験で使用したコンクリート材料を表-1に示す。配合はW/C=55%、スランプフロー55cmに統一し、発泡剤添加率と水中不分離剤添加率を表-2に示すように3~4水準に変化させた。膨張量試験を除く各試験は「水中不分離性コンクリート・マニュアル」¹⁾に準じて実施したが、発泡剤を添加した圧縮試験用供試体は図-1のようにコンクリートの膨張を拘束した状態にして作成した。膨張量試験は、図-2のようにコンクリート鉛直方向の変化量を測定し、膨張率およびその時間変化を調べた。また、試験はすべて20℃の恒温で行い、コンクリートの混練りは、図-3に示すように水中不分離剤を前添加、発泡剤を後添加で混入した。各ケースのコンクリート配合および試験項目を表-2に示す。

表-1 使用材料

セメント	高炉Bセメント	比重 3.04
細骨材	海砂:比重 2.51, 吸水率 2.60%	F.M.=2.59
粗骨材	砕石:比重 2.59, 吸水率 0.78%, F.M.=6.85	最大骨材寸法 20mm
水中不分離剤	水溶性高分子トリス(メタクリレート)系化合物	
流動化剤	高縮合トリメチル系化合物	
AE減水剤	ポリカルボキシル酸化合物およびシリコーン複合体	
発泡剤	特殊処理メチルシリコン(B剤)	

注) 発泡剤はコンクリート中での分散性を良くするため、あらかじめポリカルボキシル酸化合物(A剤)、変成特殊トリメチル(C剤)と一緒に懸濁液にして使用する。

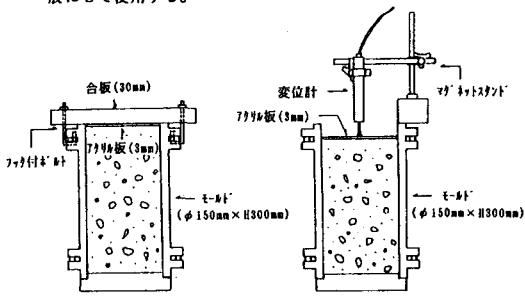


図-1 コンクリート拘束方法 図-2 膨張量測定方法

S + G + C + MK → W + AE → UC + (T-A, B, C) → 吐出
20sec 20sec 140sec
(空練り)

S: 細骨材	C: 高炉Bセメント	MK: 水中不分離剤	UC: 流動化剤
G: 粗骨材	AE: AE減水剤	T-A, B, C: 発泡剤	

図-3 コンクリートの混練り方法

表-2 実験ケース一覧

実験 ケース	設定 スラン プ フロー (cm)	空気 量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)				混和剤添加率				試験項目					
					W	C	S	G	(×W%)		(×C%)		圧縮 強度 試験	スラン プ 70- 試験	水中 分離 抵抗性 試験	空気 量 試験	凝結 試験	膨張 量 試験
									水中不 分離剤	流動 化剤	AE減 水剤	発泡剤 (7%粉)						
1	55	2	55	40	235	427	607	939	1.15	2	0.25	○	○	○	○	○	○	
2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.005	○	○	—	○	—	○	
3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.010	○	○	—	○	—	○	
4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.015	○	○	○	○	○	○	
5	〃	〃	〃	〃	230	418	615	952	1.075	〃	〃	〃	○	○	—	○	—	
6	〃	〃	〃	〃	222	404	628	971	1.0	〃	〃	〃	○	○	—	○	—	

3. 実験結果

実験結果を表-3に示す。発泡剤添加によるフレッシュコンクリートの品質変化は、スランプフロー、空気量、水中分離抵抗性のいずれも小さく、凝結時間に

表-3 実験結果一覧

実験 ケース	気中作成供試体 (平均, 材令28日)		水中作成供試体 (平均, 材令28日)		水/気 強度比	スランプ 70- (cm)	水中分離抵抗性		空気 量 (%)	凝結特性		膨張率 (%)
	圧縮強度 (kg/cm ²)	単位 体積重量 (ton/m ³)	圧縮強度 (kg/cm ²)	単位 体積重量 (ton/m ³)			pH	懸濁物質 (ppm)		始発 (hr)	終結 (hr)	
1	361	2.24	329	2.24	0.91	55.5	11.1	76	1.7	36.5	43.0	-1.06
2	325	2.24	310	2.24	0.95	55.5	—	—	1.8	—	—	0.67
3	355	2.24	309	2.20	0.87	53.0	—	—	2.0	—	—	3.84
4	314	2.24	290	2.22	0.92	56.3	10.8	58	1.5	41.0	46.0	6.33
5	326	2.24	284	2.24	0.87	55.3	—	—	1.8	—	—	5.92
6	343	2.25	283	2.24	0.83	55.5	—	—	1.9	—	—	6.06

注) 水/気強度比: 水中作成供試体の気中作成供試体に対する強度比

ついて若干遅くなった。一方硬化コンクリートの品質は発泡剤の添加が水中作成供試体圧縮強度に及ぼす影響として、図-4に示すように添加率の増加に伴い若干の強度低下が見られた。その低下率は添加率 $C \times 0.015\%$ で約10%であった。また発泡剤添加率と膨張率の関係を図-5に示す。両者はほぼ比例し、添加率 $C \times 0.015\%$ での膨張率は6.3%であった。これはほぼ同量の発泡剤を添加した普通コンクリートの膨張率(1.2%)²⁾

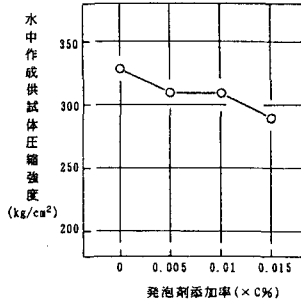


図-4 発泡剤添加率と圧縮強度の関係

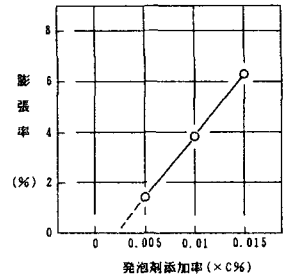


図-5 発泡剤添加率と膨張率の関係

に比較してかなり大きな値である。経過時間に伴う膨張率を図-6に示す。発泡剤の添加率が高いほど膨張開始時間(膨張率0%の時点と仮定する)が早く、添加率 $C \times 0.015\%$ で約2時間、1/3の添加率では約7時間となった。膨張終了時間(コンクリートの長さが変化しなくなる時点)はいずれにおいても凝結の始発以前であった。また、水中不分離剤添加率との関係では、図-7に示すように膨張率およびその時間変化とも違いがなかった。

4. 結論

- (1) 発泡剤添加によってフレッシュコンクリートの品質は大きく変化しない。しかし、圧縮強度(水中作成供試体)は、拘束条件下でも発泡剤添加率の増加により若干低下する。本実験では、添加率 $C \times 0.015\%$ で約10%の低下を示した。
- (2) 発泡剤添加率と膨張率は比例し、その大きさは普通コンクリートに比較してかなり大きかった。また、通常使用範囲の水中不分離剤添加率では膨張率の違いはなかった。
- (3) 膨張開始時間は発泡剤添加率の増加に伴い早くなるが、膨張はいずれの添加率においても凝結の始発までに終了した。

なお、実験に際して材料提供や実験全般にわたって御協力頂いたギザ物産(株)、徳山曹達(株)の方々に深く感謝致します。

(参考文献)

- (1) (財)沿岸開発センター、(財)漁港漁村建設技術研究所、水中不分離性コンクリート・マニュアル、平成元年
- (2) 高津他: 膨張コンクリート用特殊混和剤タイメックを用いたコンクリートの諸性質について、日曹マテリアル・リサーチ研究所報, NO. 7, 1986

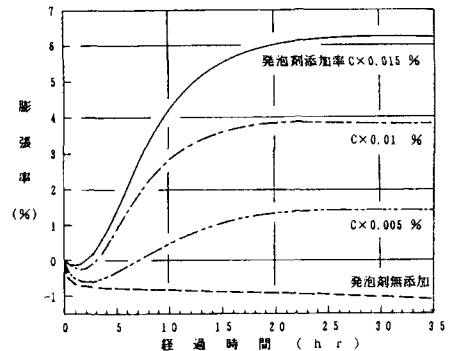


図-6 膨張率の時間変化(その1)

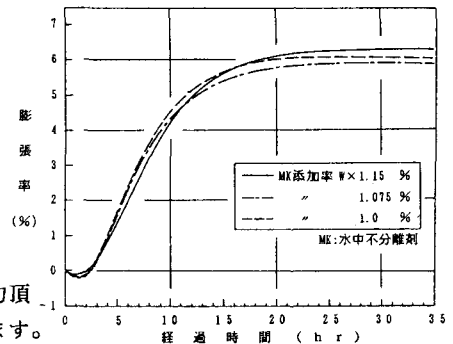


図-7 膨張率の時間変化(その2)