

V-291 高炉スラグ微粉末を用いた低発熱型高強度コンクリートのワーカビリティに関する研究

大阪ガス技術部 正会員 岡井大八
 大林組土木技術部 正会員 ○岩佐正徳
 大林組土木技術部 正会員 入矢桂史郎
 大林組技術研究所 正会員 十河茂幸

1. まえがき

大阪ガス泉北製造所に建設を進めているPCLNG地上式貯槽(容量14万kℓ)の貯槽と一体化したPC製防液堤は、直径約81m、壁高約33mの長大な円筒シェル構造である。防液堤には、所要の強度を有するとともに、機能上から液密性、長期にわたる耐久性が要求される。この防液堤躯体コンクリートの材料・配合については、構造物の信頼性の向上を目指してバランスの取れたコンクリートとするために、強度発現特性の他に発熱特性、フレッシュコンクリートの性状について各種の試験を実施し、それらを総合的に検討した。ここでは、温度応力低減の観点からセメント粉体量を制限した状態でコンシステンシーを変化させた時のフレッシュコンクリートの性状について報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

セメントは温度ひびわれ制御の面から低発熱型の高炉セメントB種相当品(低発熱クリンカー+高炉スラグ微粉末)とし、強度発現特性より水セメント比は40%を選定した。配合は高性能AE減水剤(ナフタリン系)を用い、あるいはさらに流動化剤(メラミン系)を添加することにより単位水量の低減を図ることとした。試験を行ったコンクリートの配合を表-1に示す。

2.2 試験項目および試験方法

試験項目を表-2に示す。この内、材料分離抵抗性は次に述べる試験方法により評価した。試験装置は、図-1に示すように15×15×53cmの曲げ強度試験供試体用型枠を用い、内部を金網で3つの区画に区切った。A区画にコンクリートを投入し、A区画のみバイブレーターで振動締めを行ない、金網を通してB区画あるいはC区画へのコンクリートの流入がほぼ終了するまで続ける。B区画とC区画のコンクリートについてコンクリート体積および粗骨材重量を測定し、示方配合中の粗骨材重量との比を流入粗骨材率とした。

表-2 試験項目

試験項目	適用および方法
スラップ・スラップフロー	JIS A 1101
空気量	JIS A 1128
流動性	打撃振動によるスラップ・スラップフロー
ブリーディング率	JIS A 1123
材料分離抵抗性	2.2 試験方法参照

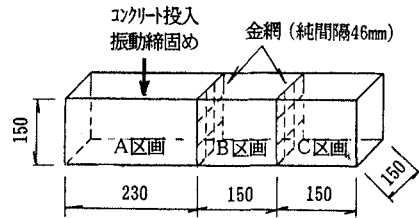


図-1 材料分離抵抗性試験装置(mm)

表-1 コンクリートの配合

配合No.	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量(kg/m³)					混和剤C%		
				W	C	S ₁	S ₂	G	A	B	
1	40	4.1	4.5 ± 1.0	145	363	722	—	1073	0.6	流動化せず	
2		4.1		145	363	722	—	1073	0.8		
3		4.1		145	363	722	—	1073	0.9		
4		4.1		145	363	722	—	1073	1.0		
4		4.1		145	363	506	219	1073	1.0		
5		4.3		145	363	757	—	1036	1.2		
6		4.4		145	363	775	—	1018	1.5		
7		4.1		145	363	722	—	1073	0.8		0.05
8		4.1		145	363	722	—	1073	0.8		0.08
9	4.1	145	363	722	—	1073	0.8	0.11			

[注] S₁:海砂, S₂:砕砂, A:高性能AE減水剤, B:流動化剤

3. 実験結果

3.1 流動性

コンクリートの流動性に関する評価はスランブ試験後にスランブ板の四隅を均等に5回づつ木づちでたたくことによる打撃振動後のフローの伸びで行った。スランブとフローの関係を図-2に示す。スランブが8~17cmの範囲のコンクリートは、打撃振動後のフローの伸びが9~12cmと、もとのスランブによる影響は少ない。この範囲のスランブのコンクリートは振動による流動性の改善効果は小さく、施工に際しては十分な締固めが必要であると思われる。スランブ20cm程度のコンクリートは、打撃振動によるフローの伸びが16cmと大きく、振動による流動性の改善効果は大きい。高性能AE減水剤のみを使用したコンクリートは流動化コンクリートよりも若干ながら流動性は大きい傾向を示した。

3.2 材料分離抵抗性

バイブレータ振動を与えた時の障害物(金網)通過率および通過コンクリートの粗骨材とスランブとの関係を図-3~4に示す。セメント粉体量360kg/m³程度の硬練りコンクリートをバイブレータで流すと流すための過振動によりモルタルと粗骨材が分離し、軟練りコンクリートにバイブレータをかけると少しの振動で材料分離が生ずる。高性能AE減水剤のみを使用したコンクリートでは、スランブ12.5cmで流入コンクリート量が最大となり、スランブ16.5cmで粗骨材率が最大となった。この範囲のコンクリートは材料分離抵抗性が大きいと考えられる。流動化コンクリートでは、スランブ12.5cmで流入コンクリート量、粗骨材率ともに最大となった。

3.3 ブリージング発生挙動

ブリージング試験結果を図-5に示す。高性能AE減水剤の添加量を増加してスランブを大きくしてゆくと、あるところからブリージングが急増する。その変化点は、細骨材率、微粒分量(ここでは砕砂ブレンド)により変動する。低スランブのベースコンクリートを後添加方式で流動化した場合では、ブリージング発生量は流動化後のスランブによらずほぼベースコンクリートと同等程度である。

4. まとめ

フレッシュコンクリートの流動性、材料分離抵抗性、ブリージング率は、使用材料やコンシステンシーによってそれぞれ変動するので、それらのバランスを取って材料・配合を選定する必要がある。本実験から、単位セメント量 360kg/m³程度で、流動性と分離抵抗性を考慮して温度応力を抑制し、締固めを行うコンクリートのコンシステンシーとしては、スランブ12cm程度が最も材料分離を少なくするものとなった。PCLNG地上式貯槽のコンクリートの検討に際しては、以上のような室内実験を行った後、現場で実物大のポンプ圧送試験、ブリージング挙動の確認を行い、材料・配合の最終調整を行った。当該貯槽工事に関して御指導戴いている東京大学工学部 岡村 甫教授に感謝の意を表します。

- : 振動前, 高性能AE減水剤
- : 振動後, 高性能AE減水剤
- △: 振動前, 高性能AE減水剤+流動化剤
- ▲: 振動後, 高性能AE減水剤+流動化剤
- : 振動前, 高性能AE減水剤+流動化剤+砕砂
- : 振動後, 高性能AE減水剤+流動化剤+砕砂

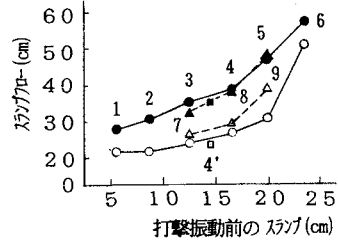


図-2 スランブと打撃振動後のスランブフロー

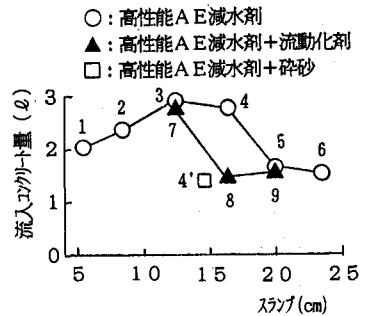


図-3 スランブと流入コンクリート量 (B区画)

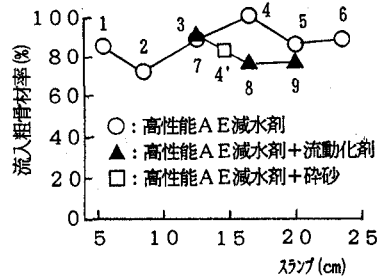


図-4 スランブと流入粗骨材率 (B区画)

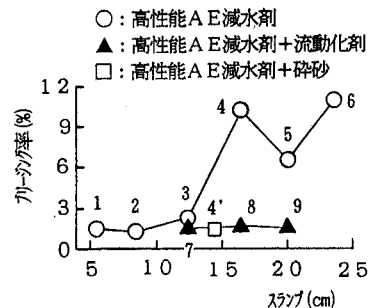


図-5 スランブとブリージング率