

海水揚圧力を受ける道路基礎へのフライアッシュコンクリートの適用

関西国際空港(株) 施設管理部 道路・連絡橋グループリーダー
 (株)関電パワーテック 環境事業部 技術部長 正会員

中岡 清貴
 大前 延夫

1. 目的

関西国際空港(KIX)では、二期空港島にLCC専用のスポット、ターミナルビル(第二ターミナル)アクセス道路、駐車場等の施設を2012年秋頃の供用を目指し整備中である。このターミナルへのアクセス道路の一期島接続箇所のルートの一部の約300m区間は、一期島外周の止水壁の外に位置するため、地下水対策を検討する必要性が生じた。この道路の基礎を止水コンクリートとすることで地下水(海水)による揚圧対策とした。使用するコンクリートには、所要の単位容積質量を確保するとともに乾燥収縮低減や水和熱低減によるひび割れ抑制効果およびポンプ圧送性の向上を目的としてフライアッシュを使用することとして検討を行った。本論文では、その検討結果について報告する。

2. 使用材料

表-1に使用材料を示す。骨材は調達可能な範囲で、比較的密度の小さいフライアッシュを使用した上で必要な単位容積質量(2.3t/m³)が確保できる配合となるように候補として選定した。その他の配合条件はスランプ18cm, 呼び強度15N/mm²である。

表-1 使用材料

材料名	種類	備考
セメントC	普通ポルトランド	密度 3.16 g / cm ³
水W	水道水	大阪府
フライアッシュFA	JIS 種	密度 2.25 g / cm ³
細骨材S1	高炉スラグ細骨材	表乾密度 2.72 g / cm ³
細骨材S2	砕砂	表乾密度 2.56 g / cm ³
細骨材S3	石灰砕砂	表乾密度 2.69 g / cm ³
粗骨材G	碎石	表乾密度 2.62 g / cm ³ , Gmax20mm
混和剤ad	AE減水剤	ホリカルボン酸系

3. 検討結果

配合検討

基本配合No.0に対し、細骨材の一部を高炉スラグ細骨材とし単位容積質量の増加を図った(配合No.1)。次に、地下構造物であることから空気量を2.0%に減じた。空気量が1%低下することで圧縮強度が5%程度増加することが予想されるため、水セメント比を70%に増加させ、さらに細骨材を高炉スラグと石灰砕砂の組合せとした(配合No.2)。ここで、圧縮強度の管理材齢を28日から56日に変更し、単位水量および乾燥収縮の低減を図るため、フライアッシュをセメントの20%置換で使用した。単位水量が低減できたことにより単位容積質量に余裕があることから、細骨材は通常使用の組合せに戻した。(配合No.3)。その結果、選定した配合No.3では単位水量を8kg/m³低減することができ、フライアッシュを使用しながらも必要な単位容積質量(2.3t/m³)を満足する配合とすることができた。

乾燥収縮量の確認

配合No.3で作製した供試体について、乾燥による自由収縮ひずみ量を測定した。試験はJIS A 1129-3 附属書Aに準拠して実施した。乾燥日数91日までのひずみの経時変化を図-1に示す。

表-2 配合検討の推移

No.	呼び方	空気量	単位量 (kg / m ³)								単位容積質量 kg/m ³
			W	C	FA	S1	S2	S3	G1	ad	
0	18-15-20N	4.5%	186	274			766		1003	2.19	2,229
1	18-15-20N	4.5%	186	274		326	458		1003	2.19	2,247
2	W/C70%-15-20N	2.0%	186	266		356		527	1003	2.13	2,338
3	W/P70%-15-20N (C置換20%)	2.0%	180	206	51	358	505		1003	2.06	2,303

キーワード フライアッシュ, 揚水圧, 単位容積質量, 乾燥収縮, 温度応力

連絡先 〒552-0007 大阪市港区弁天1丁目2番1-1800号 TEL 06-4395-1657 FAX 06-6571-0725

乾燥日数とともに収縮ひずみが増加し乾燥日数 91 日では 523 μ m となったが、ひずみの変化量も小さくなりつつあり、600~700 μ m 程度の収縮量に収束するものと考えられる。よって、少なくとも 800 μ m は下回ることが期待され、乾燥収縮ひび割れが抑制されると思われる。

温度応力によるひび割れ防止対策

本構造物は厚さが 28cm~140cm あるスラブ状の構造物である。よって、土木学会コンクリート標準示方書設計編(以下、示方書と略記)に示されているマスコンクリートの定義に合致しており、温度ひび割れ発生の危険性が高いと考えられた。そのため、代表的な打設ブロックに対して 3次元有限要素法による温度応力解析を実施し、示方書に準拠したセメントの水和に起因するひび割れ照査(ひび割れ指数 安全係数)を行い、温度ひび割れ対策として打設ブロックの目地間隔を選定することとした。なお、安全指数はひび割れを防止したい場合の参考値として示方書に示されている 1.75 とし、配合 No.3 のコンクリートを用いた解析を行った。

解析ケースと照査の結果を表 - 3 に示す。また、解析ケース 1 (幅 3.5m x 厚さ 1.31m) における各要素の最小ひび割れ指数の分布を図 - 2 に示す。解析ケース 1 においては当初計画の場合、最小ひび割れ指数は 1.23 となり、安全係数 1.75 を下回った。一方、目地を 10m 間隔で設置する温度ひび割れ対策をとった場合には、最小ひび割れ指数が 1.92 となり照査に合格した。よって、これを温度ひび割れ対策として採用した。

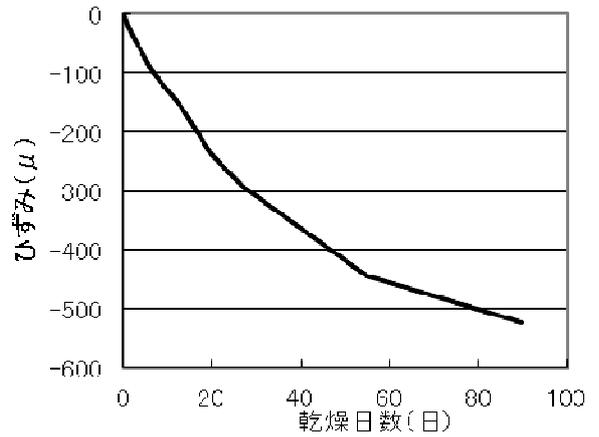


図 - 1 ひずみの経時変化

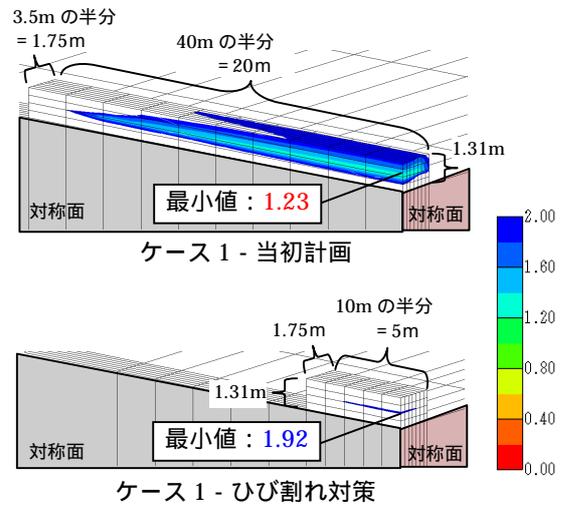


図 - 2 最小ひび割れ指数分布(ケース 1)

表 - 3 解析ケースとひび割れ照査の結果

解析ケース	打設ブロックの形状			温度応力解析結果			照査の判定	
	幅	厚さ	目地間隔	最大温度	最大応力	最小ひび割れ指数 (ひび割れ発生確率)		
1	当初計画	3.5m	1.31m	40m	28.5	1.6	1.23 (56%)	不合格
	ひび割れ対策			10m	28.5	1.0	1.92 (2%)	合格
2	当初計画	3.5m	0.75m	40m	25.9	1.1	1.59 (13%)	不合格
	ひび割れ対策			30m	25.9	1.0	1.77 (4%)	合格

4. まとめ

本検討により、単位容積質量を満足するコンクリート配合およびひび割れ発生確率を低減可能な施工目地間隔を選定することができた。フライアッシュの使用は単位水量の減少等による乾燥収縮ひずみの低減や温度上昇抑制だけでなく、良質な微粒分の補給によるポンプ圧送性の向上など施工上の取扱いが容易になるメリットもあり、今後も適切な使用によってコンクリート構造物の品質向上に寄与するものとする。なお、本検討を行った構造物は、現在 2012 年 10 月に LCC へ供用する施設として施工中である。本報告は、事前検討であり、その後の施工と完成構造物などについては、第二報を報告予定である。