

耐凍害性の向上を目的とした中空微小球のダムコンクリートへの適用実績

鹿島建設(株) 正会員 ○渡部貴裕 橋本 学 福井直之 中村元郎 室野井敏之 林 大介
 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 正会員 遠藤裕丈 早稲田大学 正会員 佐藤靖彦

1. はじめに

寒冷地に建設されるコンクリート構造物では、耐凍害性の確保が課題となる。耐凍害性を向上させる手法として、配合上の対策では AE 剤などにより微細な独立気泡をコンクリート中に導入する方法が一般的である。一方で、ダムコンクリートのように、材料にフライアッシュを含む場合では、含有する未燃炭素の影響により AE 剤の有効成分が吸着されて効果が得られにくいことや、連行した空気が経時に伴って減少しやすいこと等が既往の研究¹⁾で示されている。これに対し、微細な独立気泡を確実に導入するため、アクリロニトリル系樹脂製の中空微小球をコンクリートに混和する技術^{2), 3)}があり、これまでに様々な検討がなされている。今回、北海道に建設されるダムの嵩上げ工事において、耐凍害性の向上を目的として、コンクリートに中空微小球を採用した。本稿では、ダムコンクリートに中空微小球を混和した場合の凍結融解試験結果について示すとともに、ダム堤体の非越流部の 2 リフト分（高さ 3.0m）に適用した実績について述べる。

2. 工事概要

本工事は石狩川水系幾春別川上流に位置する多目的ダムである桂沢ダム（昭和 32 年完成、堤高 63.6m、堤頂長 334.25m）の同軸嵩上げ工事である。嵩上げ後の新桂沢ダムの標準断面を図-1 に示す。

3. 中空微小球

使用した中空微小球（写真-1）は、空気を内包したアクリロニトリル系の樹脂からできており、平均粒径が 80 μ m、見

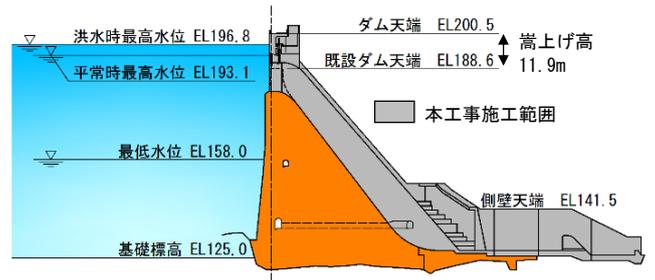


図-1 ダムの標準断面（工事完了後）



写真-1 中空微小球

表-1 使用材料

材料名	記号	摘要
水	W	桂沢ダム湖水
セメント	C	中庸熟フライアッシュセメント（フライアッシュ混合率 30%）
細骨材	S	砕砂，原石山骨材
粗骨材	G1	砕石 150mm～80mm，原石山骨材
	G2	砕石 80mm～40mm，原石山骨材
	G3	砕石 40mm～20mm，原石山骨材
	G4	砕石 20mm～5 mm，原石山骨材
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤（遅延形），主成分：ポリカルボン酸エーテル系化合物
	AE	AE 剤，主成分：変性ポリリン酸化合物系陰イオン界面活性剤
中空微小球		平均粒径 80 μ m，見かけ密度 0.13g/cm ³

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)								混和剤		
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材				SP (C×%)	AE剤 (A)※	中空微小球	
								G1 150～80	G2 80～40	G3 40～20	G4 20～05				
150	4±1	4±1	41.7	23.0	96	230	421	396	395	393	392	1.00	65	1.5vol%	

※：AE剤の添加量；1A = 0.001% × C

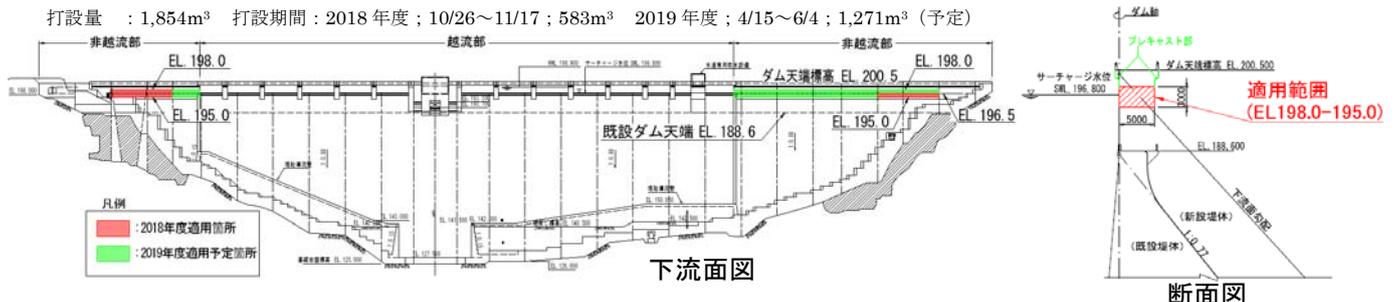


図-2 中空微小球の適用範囲

キーワード 中空微小球，ダムコンクリート，耐凍害性，凍結融解
 連絡先 〒060-0002 北海道札幌市中央区北 2 条西 4 丁目 鹿島建設(株)北海道支店 TEL 011-231-5181

かけ密度が 0.13g/cm^3 からなる混和材である。

4. 中空微小球の適用範囲およびコンクリート配合

中空微小球の適用範囲を図-2に示す。今回の中空微小球の適用条件は、ダム貯水や雨水などからの水がかりがあり、日射の影響により凍結融解作用が生じやすいと考えられる範囲を対象とした。適用範囲は、ダム堤体のうち、非越流部を対象として、ダム天端張出部のプレキャスト部材を設置する標高よりも下位標高の EL195.0~198.0m (2リフト分) に適用することとした。コンクリートの使用材料と配合を表-1と表-2に示す。中空微小球は、コンクリート配合に外割として混和することとした。添加量は既往の実績から 1.5vol% (1.95kg/m^3) とした。

5. 耐凍害性の確認

本工事において、中空微小球をダムコンクリートに混和することから、事前に練混ぜ分散性や、フレッシュ性状、強度特性、耐凍害性について確認している。ここでは、凍結融解試験 (JIS A 1148 A法) により確認した結果を図-3に示す。試験は、表-2で示した配合を対象に、中空微小球を混和した配合と未混和の配合について試験を実施した。試験結果より、中空微小球を混和した配合の方 (95.2%) が未混和 (85.6%) よりも耐久性指数が10%程度高い結果が得られた。

6. 中空微小球の混和方法

中空微小球の混和方法は、現地バッチャプラントにて、コンクリート練混ぜ時にミキサ (強制練ミキサ 水平二軸形 3.0m^3 練り) 内へ中空微小球を混和することとした。本工事における1日あたりの打設量は、 100m^3 程度であり、中空微小球を連続的に計量して投入する必要がある。また、材料が軽量かつ微細なため、計量・投入時に粉塵が生じるという課題があった。そのため、本工事では、モルタル・グラウト用のポンプにより材料を圧送して、機械的にコンクリートミキサに投入する方法を試行した。投入状況を写真-2、図-4に示す。投入方法は、圧送ポンプにより、ホッパから圧送用のホースを介し、骨材用シュートからミキサ内に投入することとした。今回、1バッチあたりのコンクリートの練混ぜ量は 2.0m^3 であり、中空微小球の添加量は 3.90kg/バッチ (1.5vol%分) とした。

7. 中空微小球の適用実績と課題

中空微小球をダムコンクリートに適用して合計 583m^3 打設した。コンクリートの性状については、中空微小球を混和した場合のスランプの低下や圧縮強度の低下は確認されなかった。コンクリートの製造については、通常練混ぜ時間は60秒に対して、中空微小球の1バッチあたりの必要量 (3.90kg/バッチ) の圧送に120秒を要した。そのため、コンクリート製造におけるサイクルタイムが遅くなる結果となった。また、ホッパに中空微小球を移し入れる際に、中空微小球の一部が粉塵となり、作業環境としての課題が残った。今後、これらの課題に対して、ポンプの改良等で対処していく予定である。

参考文献

- 1) 長瀧ら：フライアッシュを混和したコンクリートの耐凍害性評価，セメント・コンクリート論文集，No.41，pp.371-374，1987
- 2) 千歩ら：中空微小球を用いたフライアッシュコンクリートの耐凍害性，セメントコンクリート論文集，No.58，pp.313-318，2004
- 3) 林ら：中空微小球を用いたコンクリートのフレッシュ性状および凍結融解抵抗性に関する一考察，土木学会第71回年次学術講演会，V-235，2016
- 4) 野口ら：凍結融解作用を受けるコンクリートの劣化深度評価に関する基礎的研究，土木学会論文集 Vol.62，pp.592-605，2006

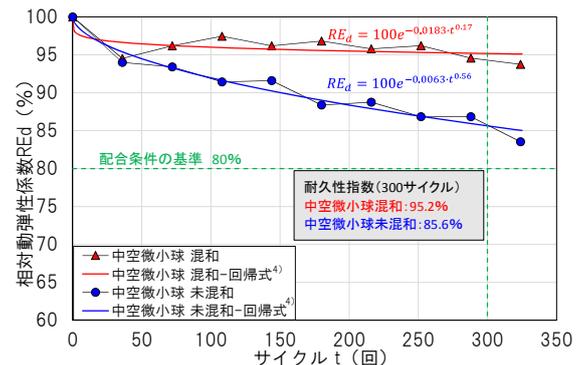


図-3 凍結融解試験結果

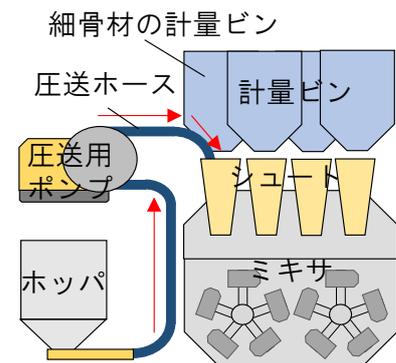


図-4 中空微小球投入の模式図



写真-2 中空微小球の投入状況