

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混和方法の改善

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

北海道の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）の同軸嵩上げ工事において，耐凍害性の向上を目的として，ダムコンクリートに初めて中空微小球を適用した．中空微小球は，2018 年度 10 月～11 月と，越冬による中断を経て 2019 年 4 月～7 月の 2 年にわたり合計 1,854m³の部分に適用した．既往の報告¹⁾において，2018 年度における適用実績とともに，中空微小球をコンクリートに混和する際の課題を示した．本稿では，中空微小球のダムコンクリートへの混和方法の改善策について示す．

2. 中空微小球および適用範囲について

(1) 中空微小球

中空微小球はアクリロニトリル系の樹脂からなる空気を内包した混和材料で，平均粒径が 80 μ m，見掛け密度で 0.13g/cm³ と非常に微小かつ軽量な材料である．中空微小球の写真を写真-1，SEM 画像を写真-2 に示す．コンクリート構造物の耐凍害性を向上



写真-1 中空微小球

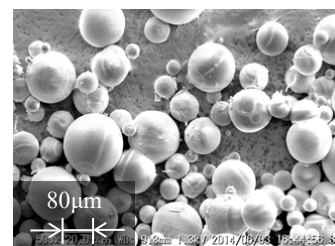


写真-2 SEM 画像

させる一般的な手法としては，AE 剤等の化学混和剤によって微細な独立気泡をコンクリート中に連行する方法が一般的である．これに対し，中空微小球は微細な独立気泡を確実に導入する技術^{2), 3)}であり，これまでに耐凍害性向上に関する様々な検討がなされている．

(2) 適用範囲

中空微小球は，ダム貯水や雨水などの水がかりがあり，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，非越流部の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．中空微小球の適用範囲を図-1 に示す．2018 年度は 583m³分を，2019 年度は 1,271m³分（計 1,854m³）を適用した．

3. 適用当初の中空微小球の混和方法と課題

(1) 中空微小球を混和する上での条件

本工事では，現地バッチャープラントにて，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 3.0m³練り）内へ中空微小球を混和することとした．中空微小球を適用したブロックあたりの打設量が 100m³程度であり，時間当たりの出荷量が多いことから中空微小球をバッチ毎に連続的に計量して投入する必要があるが，

(2) 適用当初の中空微小球の混和方法

適用当初の中空微小球の混和方法は，グラウトポンプを用いて機械的にコンクリートミキサに圧送する方法を試

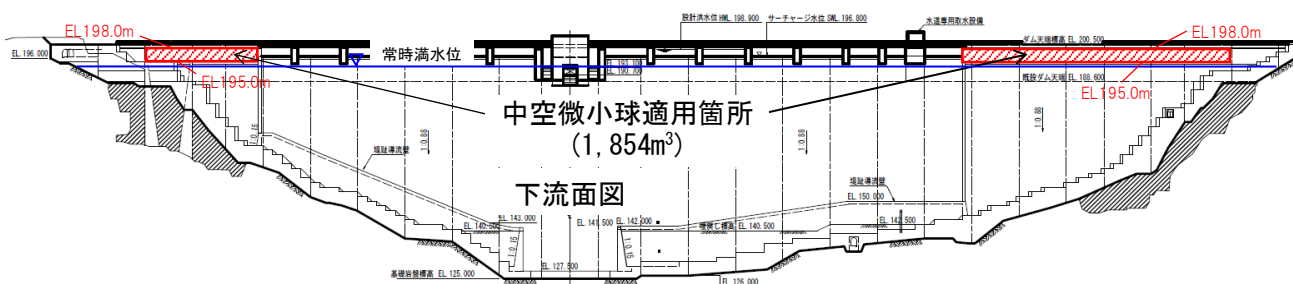


図-1 中空微小球の適用箇所（下流面図）

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)北海道支店土木部 TEL 011-231-7521

行した。投入方法の概要図を図-2に示す。投入方法は、ホッパに中空微小球を入れ、グラウトポンプにより骨材シュートに直接投入して骨材と同時にミキサ内に放出し、コンクリート製造と同時に練り混ぜた。

(3) 混和方法の課題

グラウトポンプを用いた圧送では、1 バッチ (2.0m³ 分) あたりの中空微小球の必要量 (3.90kg/バッチ) を圧送するのに 120 秒を要した。本工事におけるコンクリートのバッチあたりの練混ぜ時間は 60 秒であることから、コンクリート製造におけるサイクルタイムが 60 秒余分に掛かることになる。これに加えて、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、作業環境が悪化するという課題があった。

4. 中空微小球の混和方法の改善

(1) 中空微小球の混和方法の改善

上記の課題に対して改善した混和方法の概要図を図-3に示す。改善策として、中空微小球の圧送時間を短縮するために、使用するポンプを変更した。ポンプは小型の吸引式のダイヤフラムポンプを使用し中空微小球を吸引するような機構とした。使用時の粉塵対策として、1 バッチ分 (2.0m³ 分) の中空微小球をビニール製の袋に詰めて、ポンプの吸引口を袋に挿入して吸引する機構とした。ポンプによる吸引後は、適用当初と同様にバッチャープラントの骨材用シュートからミキサ内に中空微小球を投入してコンクリートと同時に練り混ぜた。

(2) 混和方法の改善効果

中空微小球の圧送時間について、ポンプの変更により中空微小球の必要量 (3.90kg/バッチ) を 60 秒以内に計量を完了してミキサ内に投入することができた。これにより、コンクリート製造のサイクルタイムを遅らせることなく、中空微小球を混和できることを確認した。加えて、予め所定量を入れた袋から材料を投入することから、材料投入の過不足が生じず、一定量をコンクリートに確実に混和することが可能となった。また、中空微小球を 1 バッチ毎に袋に封入していることから、圧送時に粉塵は発生せず、作業環境が改善した。

5. おわりに

本稿で示した中空微小球の圧送方法を適用することで、コンクリート製造時間を遅らせることなく出荷することが可能であることを確認した。また、中空微小球が粉塵となることなく混和可能であることを確認した。現場施工においても良好な性状を示し、トラブルもなく無事に施工を終えることができた。外観も写真-3に示すように、初期欠陥等は認められず良好であった。当該ダムでは、中空微小球を用いることで微細気泡をコンクリート中に確実に混和したダムコンクリートを打ち込むことができ、耐凍害性に優れるコンクリートダムを構築できたものと考えられる。

参考文献

- 1) 渡部ら：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，土木学会第 74 回年次学術講演会，V-722，2018。
- 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。

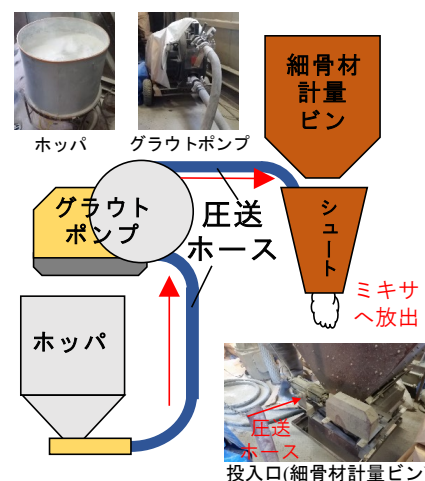


図-2 投入方法の概要 (2018 年度)

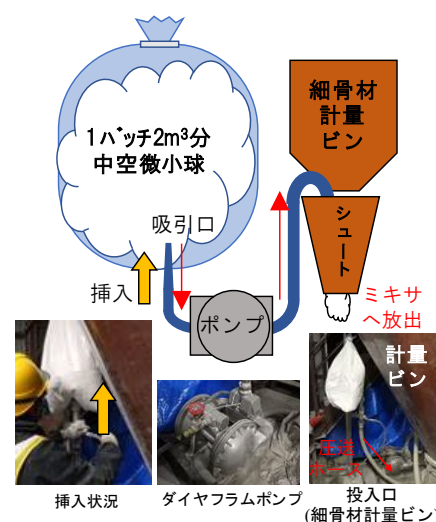


図-3 投入方法の概要 (2019 年度)



写真-3 打込み後の状況 (下流左岸側より)