

成瀬ダムでの超遅延剤を用いたCSGの施工実績

鹿島建設(株) 正会員 ○大井 篤 奈須野恭伸 神戸隆幸 藤田祐作 坂井吾郎

国土交通省 東北地方整備局 黒沼俊一 小野寺葵

1. はじめに

成瀬ダム本体工事の施工（CSGの打設）に先立ち、実際に使用する材料および製造・施工設備を用いて、本体工事における施工仕様を決定することを目的として、施工前に経時変化試験を実施した。この試験の実施過程において、当ダムのCSGは時間とともに施工性が大きく低下する材料であることがわかった。ここでは、経時変化試験および超凝結遅延剤（以下、超遅延剤）をCSGに初適用した本体打設実績について報告する。

2. CSG経時変化試験

ブルドーザ、振動ローラを主要重機として効率的にCSGを打設するためには、フレッシュ性状を維持したうえで高い施工性を発揮できる作業エリアが必要となる。一方で、CSG製造から転圧完了までの時間が長い場合、CSGの品質（密度、強度）が低下する。このことを踏まえて、施工可能な許容時間を確認するために、実機での経時変化試験を行った。試験はCSGの製造から転圧完了までの時間を4、5、6、8時間の段階に分けて、それぞれの転圧完了時間における現場密度を測定した（図-1）。通常の場合、現場密度は製造から転圧完了までの6時間程度までは、理論密度値の95～100%程度確保できるのに対し、今回の試験では、外気温25℃の条件下において、4時間で現場密度が93%程度と低い値を示し、さらに時間の経過に伴い低下する傾向がみられた。外気温が低い8℃の条件下においても、時間の経過とともに現場密度は低下したが、外気温25℃に比べその低下傾向は小さかった。

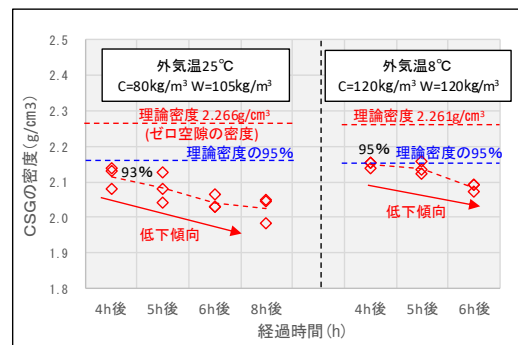


図-1 転圧完了許容時間の確認試験（現場密度）

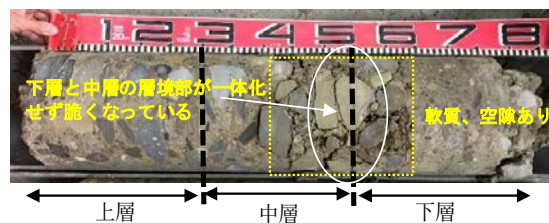


写真-1 採取したコア
(C=80kg/m³、W=105kg/m³)

CSGは1リフト75cmをブルドーザによる3層敷均しをした後、振動ローラによる締め固めを行う。経時変化試験では、下層まで十分に締め固められているかを確認するため、CSG硬化後にコア（φ200mm）を採取した（写真-1）。層境部において、空隙や軟質部が見られ、一体化されていない状態のコアを確認した。

既設の台形CSGダムでは、概ね6時間程度まで現場密度が確保されるのに対し、今回、現場密度が小さくなった理由としては、成瀬ダムでは、それよりも早い時間でフレッシュ性状の経時変化が大きくなったことが考えられる。

3. CSGのフレッシュ性状の経時変化が大きいことの原因

CSGのフレッシュ性状の経時変化が大きくなる原因として、配合、施工設備、試験方法などが考えられ、調査を行ったが、これらについては経時変化に影響を及ぼさなかった。そこで、材料に原因があると考え、使用するCSG材の単体に着目して検討を行った。CSG材は、3種類の段丘堆積物および原石山破碎材に区分されており、それぞれの材料についてX線分析を行った。分析の結果、原石山破碎材からはイライト・スメクタイト混合層鉱物が、3種の段丘堆積物からは緑泥石・スメクタイト混合層鉱物というスメクタイト系混合層鉱物¹⁾が確認された。スメクタイトを含む骨材を使用したコンクリートが過早凝結を発生させた事例があり、CSG材から確認されたスメクタイト系混合層鉱物がCSGの経時変化に大きく影響を与えている可能性が高いと考えられた。

キーワード 台形CSGダム、経時変化、超遅延剤、添加率、スメクタイト系混合層鉱物

連絡先 〒998-0802 宮城県仙台市青葉区二日町1-27 鹿島建設(株)東北支店土木部 TEL022-261-7111

4. 超遅延剤の使用

締固め後の密度低下を抑制する対策として、コンクリートのスランプの経時変化が大きいときに使用される超遅延剤を添加することを検討した。超遅延剤を添加したCSGで実機での経時変化試験を行い、CSGの製造開始から転圧完了までの経過時間を3, 4, 6時間と変えて現場密度を測定した(図-2)。外気温22℃の条件下で、製造開始から6時間後までは現場密度の低下はみられなかった。打設完了後、CSGを大型カッタにより切断した断面を写真-2に示す。施工仕様は同一であるが、超遅延剤を使用しないCSGについては、敷均し層境に空隙が見られるのに対し、超遅延剤を添加したCSGは敷均し層境を含めて一体化し、密実であることを目視確認した。

次に、超遅延剤の添加率の検討を行った。既往のコンクリートダムの事例および確認試験の結果により、超遅延剤の効果は、外気温の変動により影響されることが予想された。そこで、室内試験にて環境温度を10, 20, 30℃、超遅延剤の添加率を0%~3%と1%ごとに变化させ、経過時間に伴うCSGの密度の変化を測定した。また、粒度による影響も考慮して、CSG材の粒度を最細粒度、中間粒度、最粗粒度の3種類で実施した。密度の測定は、大型供試体作製の型枠(φ300mm×h600mm)を用い、CSGをh=200mmの高さにて締め固めた状態で実施した。その結果、環境温度が高いほど、超遅延剤の添加率は大きくなるものの、粒度による大きな違いはみられなかった。室内試験は、外気温とCSG温度が同温度となるように実施しており、超遅延剤の添加率は、CSG温度に対してCSG混合直後の密度が6時間程度確保することが可能な値とした。過去の外気温の実績から添加率の目安(図-3)を設定し、施工ではCSG温度で添加率を変えることとした。

5. 施工実績

2020年6月から11月まで本体CSGの打設を行った。6ヶ月間で291,999m³のCSGを打設しており、成瀬ダムの全体打設量のうち約6.5%の進捗となっている。月最大打設数量84,760m³/月、日最大打設数量7,557m³/日であった。超遅延剤の添加率は、堤体打設開始の2020年6月から添加率を3%としてCSG打設を実施してきたが、図-4に示すように、CSG温度が9月下旬に入り20℃以下となってきたことから、2020年9月25日より添加率を2.5%に変更した。その後、さらにCSG温度が15℃以下となったため、2020年10月26日より添加率を2.5%から2.0%に変更した。堤体における現場密度は理論密度の96%~97%となっており、試験施工の現場密度と同等以上の値を確保することができている。

6. おわりに

本報告ではCSGの超遅延剤適用の実績について述べた。本報告が今後の台形CSGダム建設に活用されれば幸いである。

参考文献

- 1) 大井ら:スメクタイト系混合層鉱物のコンクリートへの影響と検出方法,土木学会第75回年次学術講演会,VI-115,2020.

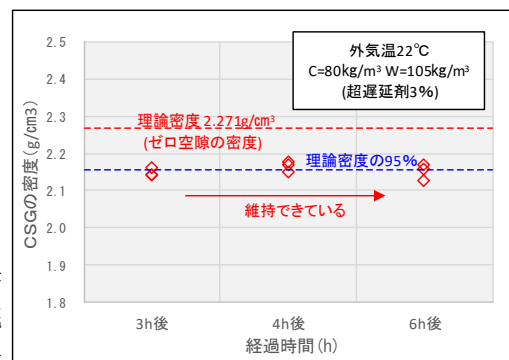


図-2 現場密度試験結果



写真-2 CSG施工ヤード切断面

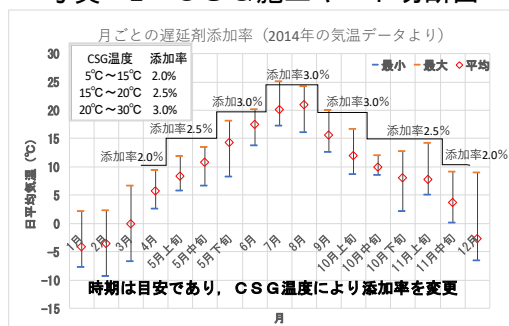


図-3 過去の外気温の実績による添加率の目安

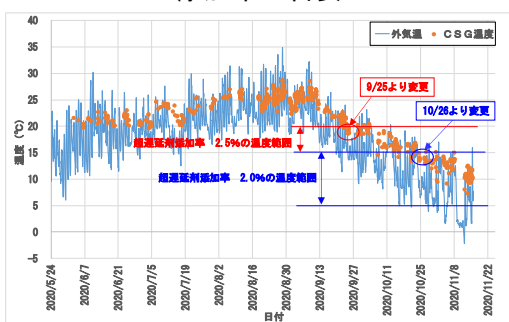


図-4 外気温とCSG温度データ