

藤沼ダム建設工事におけるコア材の飽和度管理

Control of the Degree of Saturation in the Construction of Fujinuma Dam



永井裕之 Hiroyuki NAGAI *1・三反畑勇 Isamu SANDANBATA *1・山岸明広 Akihiro YAMAGISHI *2

研究の目的

2011年東日本大震災での藤沼ダム決壊の主要因の一つは「盛土締固め不足」である。このことから、藤沼ダムの復旧工事では、崩壊した堤体よりも確実に高品質な盛土の実現を目的とし、締固め度 D_c を指標とした従来の密度管理に加え、「最適飽和度」の実現を目指す飽和度管理も実施した。なお、最適飽和度とは、締固め曲線上の最大乾燥密度・最適含水比時の飽和度であり、締固めエネルギーと土質が変化しても変化が一定の範囲内ならば概ね一定値を示す特徴がある。図-1には藤沼ダム完成予想図、図-2には本堤および副堤の断面を示す。本論では、副堤のコア材の品質管理手法および施工管理の結果を報告する。



図-1 藤沼ダム完成予想図

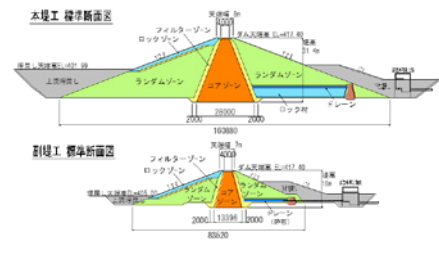


図-2 本堤および副堤の断面

研究の概要

藤沼ダム決壊の主要因は、全般的な締固め不足と、堤体上部で砂質土を使用し締固めが特に不足していたことである。このことから、復旧工事では、旧堤体よりも確実に安定な盛土の実現を目指して①土質材料の管理、②締固めエネルギーの高いレベルでの一様性を目指した重機通過回数と撒出し厚さの管理③従来の締固め度の下限值管理に加えて飽和度による締固め管理を実施した。③における品質管理手法の設定は、「要求性能を満足する盛土の剛性・強度・透水・コラプス抵抗等の諸物性を実現するには、締固めにおいて、盛土材の土質と含水比 w 、締固めエネルギー CEL 、締固め土の乾燥密度 ρ_d （あるいは所定の CEL に対する D_c ）と飽和度 S_r を適切に管理する必要がある」として、5つの管理境界（表-1）を用いる管理法を用いた。

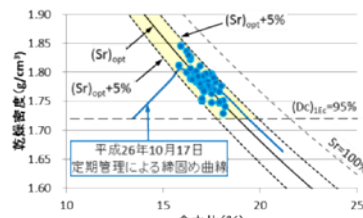
表-1 締固めにおける5つの管理境界

管理境界	土構造物の要求性能の実現に必要な物性管理				
	a)高い強度・剛性の確保	水浸によるb)強度低下、d)沈下の抑制	c)必要な透水性の確保	e)過転圧の防止	
締固めに用いる盛土材に対する管理境界	含水比下限線:WL	○	●	○	
	含水比上限線:WU	●			●
締固めた盛土に対する管理境界	締固め度下限線:DL	●	○	○	○
	飽和度下限線:SL		●	●	
	飽和度上限線:SU	○			●

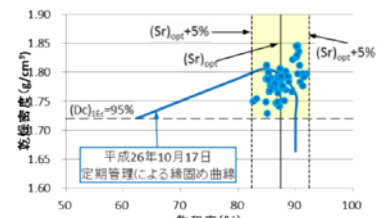
●: 要求項目の確保に非常に重要な管理境界; ○: 要求項目の確保に重要な管理境界

結論

品質管理試験結果の一部を図-3に示す。前述の表-1を参考に設定した飽和度管理範囲は、①締固め度の管理範囲 $(D_c)_{IEc} \geq 95\%$ と②飽和度 S_r の管理範囲 $S_r = (S_r)_{opt} - 5\% \sim (S_r)_{opt} + 5\%$ を満たす黄色の領域である。図-3より、 $(D_c)_{IEc}$ および S_r の全測定値が管理値を満足していることが確認できる。特に、 w が目標値 $(w_{opt})_{IEc} + 0.5\%$ よりも低い場合でも、 $S_r = (S_r)_{opt}$ 状態の実現を目指す上記の飽和度管理によって、 $1Ec$ での最大乾燥密度に近い乾燥密度が実現できていることが確認された。



(1) 乾燥密度一含水比



(2) 乾燥密度一飽和度

図-3 品質試験結果

また、土質のばらつきによって締固め状態が $1Ec$ での締固め曲線に対してばらついていると推定できるが、現場締固めエネルギーを高いレベルで一様・一定に管理した上で $S_r = (S_r)_{opt}$ を目指した管理を行ったことで、 $1Ec$ に対する真の締固め度 $(D_c)_{t,1Ec}$ は管理値95%を十分に超えて100%近くの高い値に維持できた。

以上の内容から、従来の締固め度管理に加えて飽和度による管理を行うことにより、高品質な盛土を実現することが可能であることが確認された。