

既設アースダムの耐震補強工事に伴う強化盛土材の転圧試験の評価

日本工営株式会社 正会員 ○福田 謙太郎、橋本 和明、森 篤史
日本工営株式会社 非会員 下田 聡、 齊藤 淳

1. 目的

本稿で紹介する既設アースダムでは、目標とする堤体の耐震水準（レベル1地震動による健全な機能の確保、レベル2地震動による貯水機能の維持）を満足するために堤体強化盛土工事を行っている。工事にあたっては、事前に堤体強化に使用する盛土材（強化盛土材等）の材料特性を把握し、盛土施工において最適な仕上り厚・転圧回数を決定するとともに、盛土工品質管理方法を設定する必要がある。本稿では、上記目的を達成するために強化盛土材等の転圧試験とその評価を行ったので紹介する。

2. 堤体強化盛土工事の概要

図-1 に堤体強化標準断面形状図を、表-1 に堤体強化後のダム諸元を示す。当ダムは上流側と下流側の両方に貯水池を有しているダムであり、天端は一般道路として常時開放されている。施工予定期間は令和元年7月～令和5年8月で、盛立土量は約20万m³を予定している。堤体強化工法は、構造的な信頼性が高く、施工実績も多い「抑え盛土工法」を採用し、盛土はレベル1地震時のすべり安全率を満足していない下流側で実施することとしている。当ダムでは貯水機能の維持のため、下流側で仮締切工事を実施し、試験ヤードを確保した上で転圧試験を行っている。強化盛土材は、下流側の既設堤体（抑え盛土）を一時撤去した上で、抑え盛土を母材とする混合材（流用材）と周辺土取場から採取した礫、ロームを母材とする混合材（土取場材）を使用している。強化盛土材は、各母材に碎石、砕砂（礫層材を除く）を混合して作製しており、混合比やストックパイル造成厚については、事前に各種試験や検討を実施した上で設定している。強化盛土材の盛立前には、粗粒ドレーン（碎石）と細粒ドレーン（砕砂）として、既設堤体掘削後の基礎地盤上に碎石を、さや土上に砕砂と碎石をそれぞれ敷設している。強化盛土材の他、碎石・砕砂についても転圧試験を行っている。本稿では、ロームを母材とする強化盛土材を事例として紹介する。

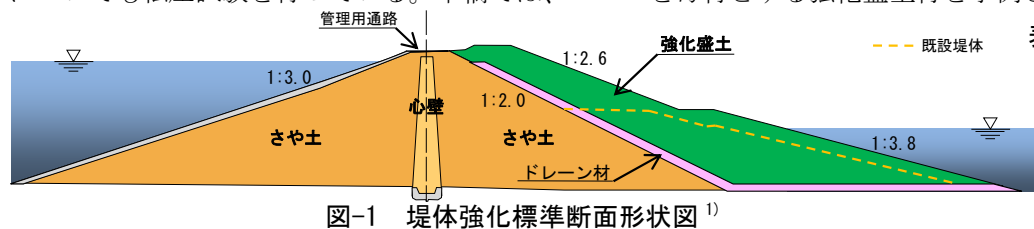


図-1 堤体強化標準断面形状図¹⁾

表-1 ダム諸元(堤体強化後)

型式	アースダム
堤高	25m
堤頂長	318m
有効貯水容量	298万m ³

3. 転圧試験の概要

(1) 転圧試験方法

予め締固めた堅固な地盤上(試験ヤード)に各種盛土材を敷均して10t振動ローラーを用いて転圧を行った。試験ヤードの形状は、1試験面の平面形状を5m×5mとして、これに緩衝帯、すり付け部分、およびアプローチを含めた形状とした(図-2参照)。また、仕上り厚は20cmと25cmの2種類、総層厚1mを目安として4層で盛り立て・造成し、転圧は各層で行った。なお、盛土材の含水比は自然含水比と湿潤側含水比(流用材を除く)の2条件とした。基礎面の影響を考慮し最上層の4層目において転圧の効果等を定量的に把握するため、沈下量測定、コーン指数試験、現場密度試験、現場透水試験を転圧回数0,4,6,8,10回の各転圧面で行った。

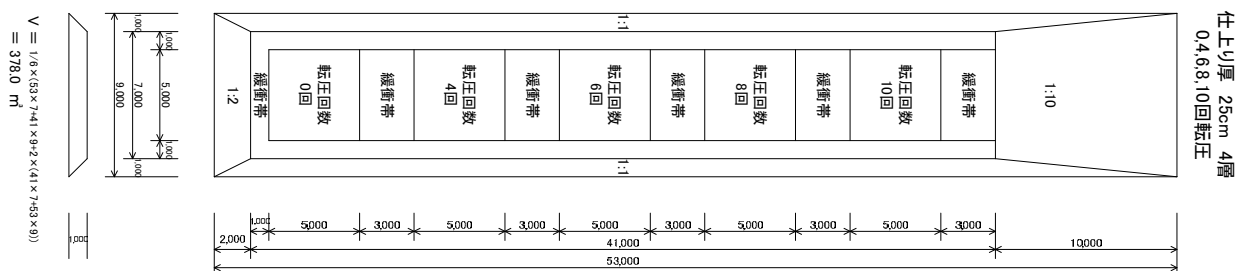


図-2 転圧試験ヤード基本形状(単位:mm)

(2) 盛土材料

転圧試験に用いた強化盛土材の混合比を表-2に示す。各盛土材料はストックパイルを造成してブルドーザによりスライス状に掘削混合して使用した(写真-1)。

表-2 強化盛土材の混合比

強化盛土材	ストックパイル時の層厚比 (cm)	乾燥重量比
抑え盛土流用材 (母材) : 碎石 : 砕砂	50:20:20	1 : 0.6 : 0.6
礫層材 (母材) : 碎石	60:15	3:1
ローム材 (母材) : 碎石 : 砕砂	20:15:20	1 : 1.5 : 1.5

強化盛土材(ローム材)の粒度分布、締固め特性及び透水特性を図-3、図-4に示す。強化盛土材の細粒分含有率は品質管理規準として10~30%と規定している。最大乾燥密度は1.81~1.98g/cm³、透水性は乾燥密度により10⁻⁹~10⁻⁵m/sのオーダーで推移する材料である。



写真-1 スtockパイル切崩し状況

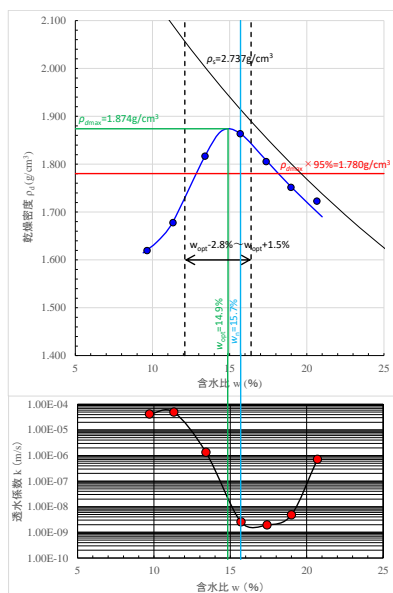


図-4 締固め特性と透水特性

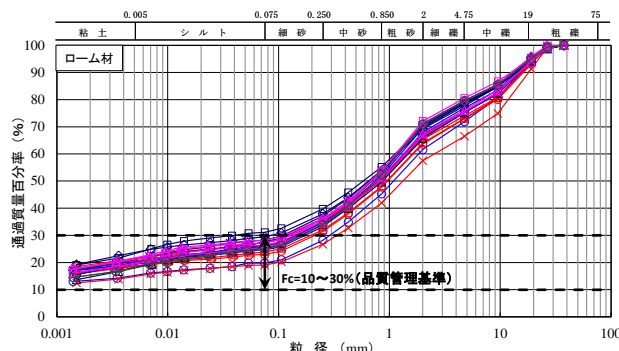


図-3 粒度特性

4. 転圧試験の評価事例

転圧試験の評価基準値として、トラフィカビリティ $q_c=800\text{kN/m}^2$ 以上、締固め度 D 値 95%以上としている。なお、密度は現場密度試験により確認し、砂置換法では全測点、RI 法では平均値で D 値 95%を満足することを基本とした。図-5の事例では、強化盛土材(ローム材)は、トラフィカビリティが全転圧回数で、締固め度は転圧回数 4 回以上で満足する結果となった。

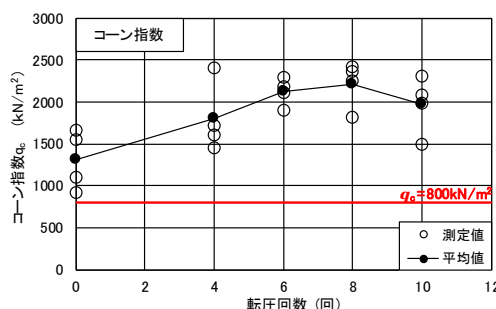
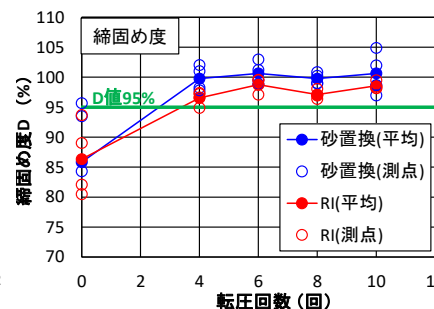


図-5 転圧試験の評価事例 (仕上り厚 20cm・自然含水比)



本事例で使用した材料の自然含水比は15.7%で、最適含水比14.9%に近い結果が得られていることから、締まり易く良質な盛土材料であると評価できる。仕上り厚や含水比条件を変化させた各ケースで同様に評価を行い、強化盛土材(ローム材)の施工仕様は、仕上り厚20cm、転圧回数8回が最適であると評価した。また、転圧試験時に採取した強化盛土材料の土の圧密非排水(CUbar)三軸圧縮試験(密度条件: D95%と現場密度平均の2種)を実施し、設計値 ($c=53\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=12^\circ$) 以上となることを確認した。各種盛土材料の施工仕様(仕上り厚と転圧回数)決定後、施工時の品質管理方法(盛立可能な含水比範囲・粒度・試験項目・試験仕様・実施頻度等)も合わせて計画した。

5. おわりに

本稿では、既設アースダムの転圧試験の評価を強化盛土材(ローム材)を例に紹介した。単独材としては盛土材料としての性能を確保できない材料であっても、碎石や砕砂を適切な混合比で混合することにより、施工機械のトラフィカビリティの確保と盛土の品質を確保するための十分な締固めが得られることを転圧試験により確認した。

参考文献

1) 多摩湖のページ, <http://akutamako.g2.xrea.com/8-reinforce2/8-reinforce2.html>

キーワード アースダム、堤体強化盛土工事、転圧試験、強化盛土材、ローム

連絡先 〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原 2304 日本工営中央研究所 試験・実験センター TEL 029-871-2065