

砕・転圧盛土工法における初期固化時の強度不均一性が砕・転圧土強度に及ぼす影響

株式会社 フジタ ○福島伸二・北島 明
(独)農研機構 フェロー 谷 茂

§ 1. まえがき

砕・転圧盛土工法^{1) 2)}は老朽化したフィルダムやため池の堤体改修を、貯水池内の底泥土、あるいは底泥土に工事に伴う掘削土を加えた混合泥土をセメント系固化材により固化改良した築堤土(砕・転圧土)により行うもので、既に12数箇所に適用されている。本工法では、底泥土等から所要の強度と遮水性を有する築堤土を初期固化と砕・転圧の二段階で準備するもので、初期固化過程では添加した固化材の混合程度、底泥土等の粒度や含水比、養生温度などの相違により初期固化土の強度に不均一性が生じ、さらにこれを砕・転圧する過程を経た砕・転圧土の強度に影響を及ぼす。そこで、本稿は初期固化過程での強度の不均一性を2種類の固化材添加量により強度の異なる初期固化土を準備することで再現し、これが砕・転圧土の強度に及ぼす影響を一軸圧縮試験により調べた結果を報告する。

§ 2. 試料泥土の初期固化強度特性

試料泥土は大原ダム堤体改修工事³⁾において実際に使用されたもので、底泥土(体積 V_M)に既設堤体からの掘削土(体積 V_S)を混合比 $n_V=V_S/V_M=1.50$ で加え合わせた混合泥土(含水比 $w=42.3\%$ 、細粒分含有率 $F_C=34.2\%$)を使用した。図-1は底泥土単体、 $n_V=1.00, 1.50, 2.00$ の混合泥土、堤体掘削土の粒度曲線をそれぞれ示す。

図-2は初期固化土について砕・転圧盛土工法における目標強度の設定日である固化材添加後 $t=t_s=10$ 日目に実施した一軸圧縮試験により得られた一軸圧縮強さ $(q_u)_{IS10}$ と w の関係を示す。初期固化土は $n_V=1.50$ の混合泥土を $w=w_0=42.3\%$ を基準として、これより乾燥側の $w=35\%$ と湿潤側の $w=50.0\%$ に含水調整し、固化材添加量を $\Delta M_C=75, 100, 150, 200\text{kg/m}^3$ と変えて準備したものである。ここで、 $(q_u)_{IS10}$ の下添字 IS は初期固化土であること、下添数字 10 は固化材添加後 $t=10$ 日目であることを表す。砕・転圧盛土工法では、 $(q_u)_{IS10} \sim w$ 関係を関数

$$(q_u)_{IS10} = a \cdot (w/w_0)^b \quad (1)$$

により近似している^{1) 2)}。ここで、 a は基準とした含水比 $w=w_0=42.3\%$ における ΔM_C から決まる $(q_u)_{IS10}$ の値、 b は ΔM_C や試料泥土の種類によらない値で $b=-1.37$ としている。図-3は図-2に示した $(q_u)_{IS10} \sim \Delta M_C \sim w$ 関係から $w_0=42.3\%$ における $(q_u)_{IS10}$ と ΔM_C の関係を示す。 $(q_u)_{IS10}$ は ΔM_C に対してほぼ比例的に増加するため、図中の直線は $(q_u)_{IS10} \sim \Delta M_C$ 関係を

$$\Delta M_C = A + B \cdot (q_u)_{IS10} \quad (A=42, B=0.119) \quad (2)$$

により近似したものである。実施工では、目標強度 $(q_u)_{IS}^*$ を達成できる ΔM_C は混合泥土の w を固化材添加前に測定して式(1)と式(2)を組み合わせた

$$\Delta M_C = A + B \cdot a \cdot (w/w_0)^b \quad (3)$$

に代入して w の影響を補正して求めている。

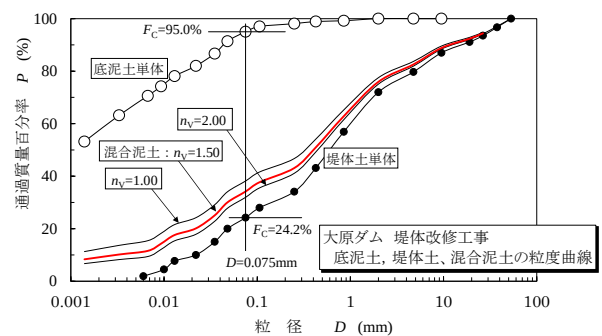


図-1 大原ダムにおける混合泥土の粒度曲線

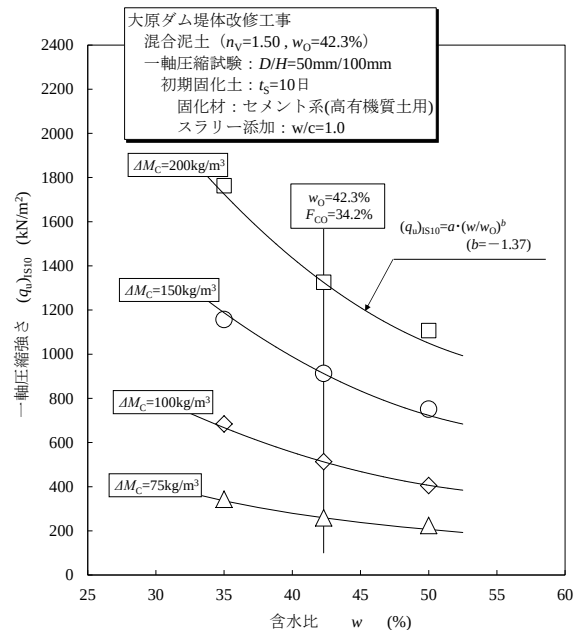


図-2 初期固化土の $(q_u)_{IS10} \sim \Delta M_C \sim w$ 関係

§ 3. 固化材添加量による初期固化強度の不均一性の影響

底泥土あるいは混合泥土を所定の $(q_u)_{IS}^*$ に初期固化するために添加された固化材が一様に混合されない場合には発現される強度に不均一性が生じる。そこで、以下に示す方

キーワード：固化改良土、強度、不均一性、固化材

連絡先 〒151-8570 渋谷区千駄ヶ谷4-25-2 (株)フジタ建設本部土木エンジニアリングセンター ☎ 03-796-2299

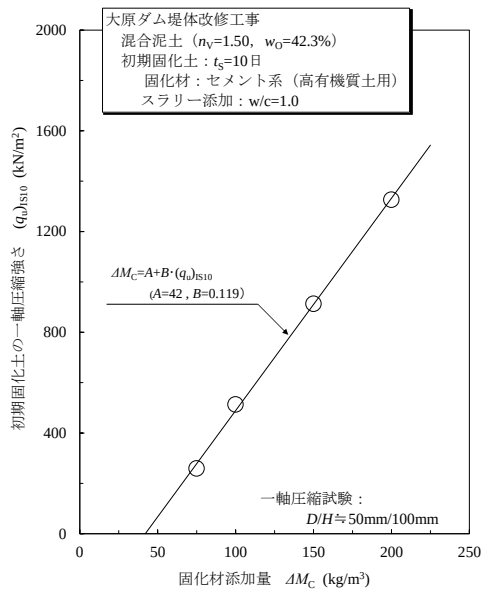
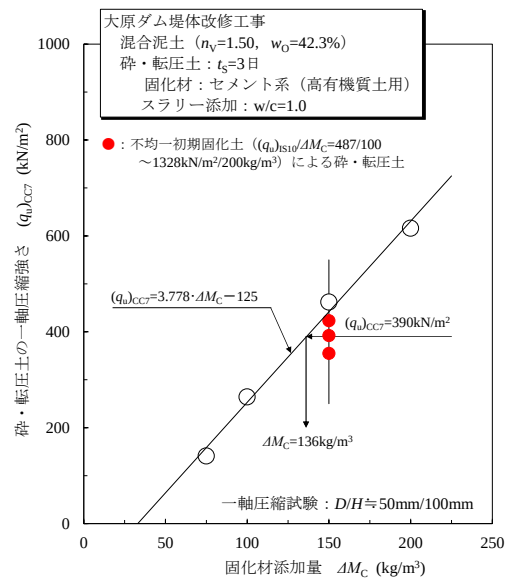
図-3 初期固化土の $(q_u)_{IS10}$ と ΔM_C の関係

図-5 強度不均一性初期固化土による砕・転圧盛土の強度

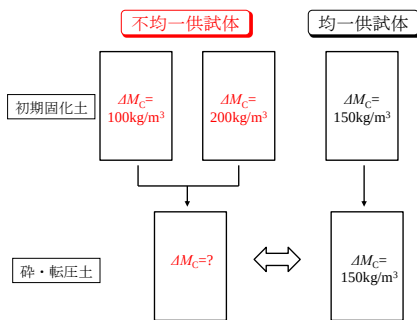


図-4 強度不均一性のある初期固化土と砕・転圧土

法により固化材混合時に生じた初期固化強度の不均一性が砕・転圧土の強度の及ぼす影響を調べた。まず、混合泥土 ($n_v=1.50$, $F_c=34.2\%$) を用いて、図-4 に概念的に示すように、 ΔM_C を $\Delta M_C=100\text{kg/m}^3$ と 200kg/m^3 として $t_s=3$ 日だけ固化させた 2 種類の初期固化土を準備した。次に、砕・転圧土の供試体をこれら 2 種類の初期固化土を加え合せて 3 本作製し、 $t=10$ 日目に一軸圧縮試験を実施して強度 $(q_u)_{CC7}$ ($t_{CC}=10-3=7$ 日目) を求めた。 $\Delta M_C=100\text{kg/m}^3$ と 200kg/m^3 の初期固化土は式(2)を $(q_u)_{IS10}$ について整理した

$$(q_u)_{IS10} = (\Delta M_C - 42) / 0.119$$

から推定すると

$$(q_u)_{IS10} = \{(100 \sim 200) - 42\} / 0.119 = 487 \sim 1328 \text{ kN/m}^2$$

となり、初期固化土の強度に大きな相違がある。

図-5 は強度不均一性のある初期固化土から作製した砕・転圧土の $(q_u)_{CC7}$ を、均一な初期固化土からなる砕・転圧土の $(q_u)_{CC7} \sim \Delta M_C$ 関係図上に示す。この場合の ΔM_C は $\Delta M_C=100\text{kg/m}^3$ と 200kg/m^3 による同量の初期固化土から砕・転圧土を作製したので、両者の平均の 150kg/m^3 とした。図から、初期固化土状態において強度の不均一性があったとしても、 $\Delta M_C=150\text{kg/m}^3$ の均一な初期固化土からなる砕・転圧土

より若干小さい $(q_u)_{CC7}$ になっているものの、砕・転圧土状態ではその影響はほとんど消えることがわかる。3 本の不均一供試体の平均値 390kN/m^2 は均一供試体の試験から得られた $(q_u)_{CC7} \sim \Delta M_C$ 関係の近似直線により推定すると $\Delta M_C=136\text{kg/m}^3$ に相当している。

§ 4. あとがき

本稿では、砕・転圧盛土工法における初期固化過程での強度の不均一性が砕・転圧土状態での強度に及ぼす影響を室内試験により調べ、以下の結果が得られた。初期固化過程におけるピット内の底泥土等に添加した固化材の混合程度等の相違により強度に不均一性が生じたとしても、解砕・転圧過程を経ることにより、その影響がかなりの程度消えることがわかった。すなわち、砕・転圧盛土工法における築堤土は初期固化と砕・転圧の二段階施工であるため、初期固化時における強度に不均一性があったとしても、次の砕・転圧工程における解砕→撤出し→敷均しを通じて均一な混合がなされれば強度の不均一性が消えることを期待できる。初期固化土状態での強度の不均一性が砕・転圧土状態において消える理由は、解砕された強度の異なる土塊が混ざり合った砕・転圧土は個々の塊がそれぞれ再固化した平均的な強度が均一な初期固化土から砕・転圧土とほぼ同じ強度になるためと思われる。

【参考文献】 1) (社)農業農村整備情報総合センター：ため池改修工事の効率化ー砕・転圧盛土工法によるため池堤体改修ー設計・施工・積算指針(案), 2006. 2) (社)農業農村整備情報総合センター：砕・転圧盛土工法によるフィルダム堤体改修、一堆积土・発生土を有効利用したフィルダムのリニューアル技術ー設計・施工・積算指針(案), 2009. 3) 福島伸二, 谷 茂：大原ダムの砕・転圧盛土工法による耐震補強の設計・施工, ダム日本, No.812, pp.9-27, 2012.