特集≫≫　土工事

# 福島県藤沼ダム堤体の震災後の復旧工事
## 飽和度管理による高品質な盛土の施工

三反畑　勇・龍岡文夫・渡邊浩樹・三浦　亨

東日本大震災で崩壊した藤沼ダムの堤体の復旧工事では，適切な構造を採用するとともに旧堤体よりも確実に高品質な盛土の建設を計画した。そこで，盛土材の土質管理，撒き出し厚とGNSS（衛星測位システム）を用いた転圧回数管理，盛土材の含水比範囲の管理と締固め後の締固め度管理といった従来の管理方法に加えて，新たに締固め度と飽和度の目標値を設定するとともに飽和度が最適飽和度に一致するように管理した。その結果，締固め度と飽和度は所定の管理範囲に収まり，高品質な盛土が実現できた。本報文では，盛土材の選定，締固め特性の把握，試験施工に基づく施工仕様と管理方法の設定，施工結果を報告する。

**キーワード**：アースフィルダム，盛土，飽和度，締固め度，含水比，透水係数

## 1. はじめに

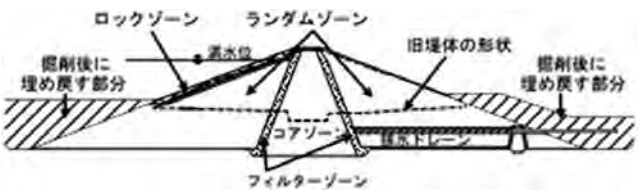
藤沼ダムは，福島県須賀川市にある農業用貯水池（藤沼湖，下流 837 ha の灌漑に利用）の本堤（堤高 18.5 m，頂長 133.2 m）と副堤（堤高 10.5 m，頂長 72.5 m の土堰堤）からなるアースフィルダムであったが，2011 年 3 月 11 日東日本大震災で決壊した。復旧工事（**図―1**）では，旧堤体が崩壊した地震動を受けても修復が必要となるような変形が生じないことを目標に，適切なダム構造を採用するとともに旧堤体よりも確実に高品質な盛土の建設を計画した[1)]。そして，従来の品質管理（盛土材の含水比と締固めた土の締固め度の管理）に加えて，締固め度と飽和度の目標値を設定するとともに飽和度を最適飽和度に一致するように管理する「飽和度管理」[2)～5)]を実施した。本稿では，堤体の主要部分であるコア材，ランダム材の材料選定と締固め特性の把握，施工管理方法と施工結果を報告する。

図―1　藤沼ダム完成予想図

## 2. 新堤体の構造と盛土材の選定

復旧後の新堤体は，浸透水を速やかに堤外に排水できる構造とし，排水ドレーンを有する中心遮水型とした（**図―2**，**表―1**）。堤体基盤は，本堤では N 値 20 以上，副堤では N 値 5 以上の地盤とし，旧堤体よりも掘り込んだ。

盛土材の選定結果を**表―2** に示すが，コアゾーンは，遮水性の確保と同時に高い締固め度が得られ残留沈下が生じない材料を選定した。ランダムゾーンは，堤体の大部分を占めており安定性に重要な役割を持つ




図―2　復旧する堤体の構造

表―1　復旧する堤体の諸元

| | 本堤 | 副堤 |
|---|---|---|
| 堤　高 | 31.4 m | 18.0 m |
| 堤頂長 | 149.2 m | 86.8 m |
| 堤体積 | 232,000 $m^3$ | 47,000 $m^3$ |
| 貯水量 | 150 万 $m^3$ | |

表―2 盛土材の選定結果

| ゾーン名 | 盛土材 |
|---|---|
| コアゾーン（遮水ゾーン） | 近傍の土取り場より採取した火山性粘性土と礫質土の混合材料［混合比率は乾燥重量比で1：3］ |
| ランダムゾーン | 旧堤体（砂質土）または基礎掘削材（凝灰岩）と購入砕石（C-40，安山岩質）の混合材料［混合比率は乾燥重量比で1：3］ |
| フィルターゾーン | 購入砕石（C-40，安山岩質） |
| ロックゾーン | 購入砕石（0-600 mm，安山岩質） |

ため，高い締固め度が得られやすい材料を選定した。ただし，いずれも要求品質に適合する単独材料をダムサイトで確保することが困難であったため2種類の材料を混合して用いた。混合比率は，後述する室内混合試験および現場混合試験の結果を踏まえて決定した。なお，フィルターゾーンとロックゾーンは排水性が必要なため，硬質で長期安定性が確保できる材料として購入砕石を用いた。

## 3. 盛土の締固め管理

### (1) 要求性能に基づく締固め管理計画

復旧堤体の要求性能は，「崩壊した旧堤体と比べて，圧倒的に耐震性が高い安全・安心なダムであること」である。ただし，通常よりも過大な設計・施工とならないように，合理的な締固め管理を実施した。

**表―3**に復旧堤体で規定した物性値を示す。特に，コア材の低い透水係数を確保し，ランダム材の浸水飽和時のコラップス沈下と強度低下を防ぐため，盛土の締固め度と飽和度の規定を重視した。

締固め度の管理は，近年のフィルダムでの管理に倣って，標準プロクター（締固めエネルギーレベルCELは1Ec）での締固め度 $[D_c]_{1Ec}$ の許容最低値（管理基準値）を95％とした。さらに，性能・品質を重視するために，従来は設定されなかった「施工目標値」を $[D_c]_{1Ec}=100$％と定め，実際の平均値がこの値に達するように施工することとした。

表―3 復旧堤体に要求する物性値

| | | コアゾーン | ランダムゾーン |
|---|---|---|---|
| 粒度組成 | 最大粒径 | 150 mm以下 | 150 mm以下 |
| | 礫分 | 20％以上 | 45％以上 |
| | 細粒分 | 25％以上 | 25％以上 |
| 現場透水係数 | | $1\times10^{-5}$ cm/s以下 | − |
| 締固め度 $(D_c)_{1EC}$ | | 許容最低値 95％<br>目標値 100％ | 許容最低値 95％<br>目標値 100％ |
| 飽和度 $S_r$ | | $(S_r)_{opt}-5$％<br>～$(S_r)_{opt}+5$％<br>目標値 $(S_r)_{opt}$ | $(S_r)_{opt}-15$％<br>～ $(S_r)_{opt}+6$％<br>目標値 $(S_r)_{opt}$ |

飽和度の管理は，標準プロクターでの最大乾燥密度が得られる飽和度（最適飽和度 $(S_r)_{opt}$）を目標値として定め，目標品質に応じた管理範囲を設定した。なお，飽和度管理の適用根拠は次の通りである[4]。

①現場では，締固めエネルギーレベルCELと土質は規定しても不可避的に変化し通常変化を把握できないが，最適飽和度 $(S_r)_{opt}$ はCELと土質の変化が一定の範囲内ならば概ね一定である。

②飽和透水係数と飽和化後の強度・変形特性は，乾燥密度とともに締固め状態での飽和度 $S_r$ と強い相関性がある。

なお，新堤体の設計では，後述する式（1）と同様に「剪頭粒度試料の室内試験によって得られた強度・変形特性」を用いている。しかし，現場での全粒度試料は剪頭粒度試料よりも均等係数が大きいために $\rho_d$ が大きくなり強度・剛性も大きくなる可能性がある。また，安定解析では $[D_c]_{1Ec}$ の許容下限値から求めた強度・剛性を用いている。これらより，本工事での盛土締固め管理は安全側と考えられる[1]。

### (2) 飽和度管理の概要

飽和度管理を行えば，従来の管理方法と比べて，低めの含水比と高いCELで施工することによって，より高い乾燥密度で十分低い透水係数を実現できる。また，高飽和状態での過転圧と土の強度低下を避けることができ，さらには低飽和で低乾燥密度の状態で締固めた場合での土の浸水による強度低下・コラップス沈下も確実に避けることができる。

従って，コア材でも良く締固めれば $S_r=(S_r)_{opt}$ の状態で十分低い透水係数と十分高い強度・剛性が得られ，ランダム材では $S_r=(S_r)_{opt}$ の締固め状態が最適となることから，飽和度の管理範囲は目標品質に応じて $(S_r)_{opt}$ を基準にして設定した。さらに，締固め度と飽和度の目標値を設定するだけではなく，盛土材の土質，含水比 $w$，CELのばらつきを抑制するために**表―4**に示す5つの管理境界を導入した。なお，飽和度 $S_r$ の許容上限値SUは，含水比 $w$ の許容上限値WUと連動して設定される。

これらの5つの管理境界値は，後述する室内混合試験，現場混合試験，現場転圧試験によって**表―5**のように設定した。**図―3**はコア材の管理境界範囲を模式的に示したものである。

表―4　締固めにおける５つの管理境界[4)]

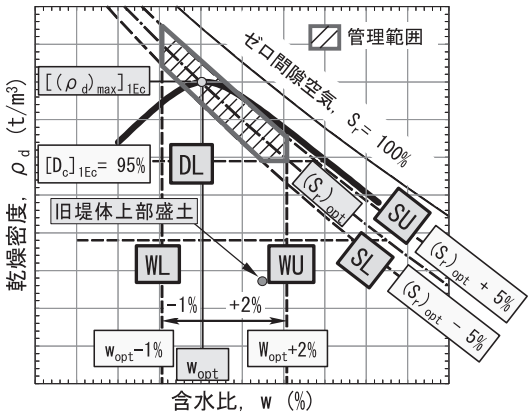
| 管理境界 | | 土構造物の要求性能の実現に必要な物理特性 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 高い強度と剛性の確保 | 浸水時の強度低下と沈下の抑制 | 透水性の確保 | 過転圧の防止 |
| 盛土材に対する管理境界 | 含水比 下限値：WL | ○ | ● | ○ | |
| | 含水比 上限値：WU | ● | | | ● |
| 締固めた盛土に対する管理境界 | 締固め度 下限値：DL | ● | | ○ | ○ |
| | 飽和度 下限値：SL | | ● | ● | |
| | 飽和度 上限値：SU | ○ | | | ● |

●：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

表―5　堤体の締固め管理で設定した管理境界値

| 盛土材 / 管理項目 | コア材（撒出し厚：25 cm）（転圧回数：8 回） | ランダム材（撒出し厚：25 cm）（転圧回数：8 回） |
|---|---|---|
| 含水比 下限値：WL | $[w_{opt}]_{1Ec}-1.0\%$ | $[w_{opt}]_{1Ec}-1.0\%$ |
| 含水比 上限値：WU | $[w_{opt}]_{1Ec}+2.0\%$ | $[w_{opt}]_{1Ec}+1.0\%$ |
| 締固め度 下限値：DL | $[D_c]_{1Ec}$ の 95% | $[D_c]_{1Ec}$ の 95% |
| 飽和度 下限値：SL | $(S_r)_{opt}-5\%$ | $(S_r)_{opt}-15\%$ |
| 飽和度 上限値：SU | $(S_r)_{opt}+5\%$ | $(S_r)_{opt}+6\%$ |

・転圧回数は 19 t 級タンピングローラによる数値
・ランダム材は旧堤体材と購入砕石の混合材料の場合の数値

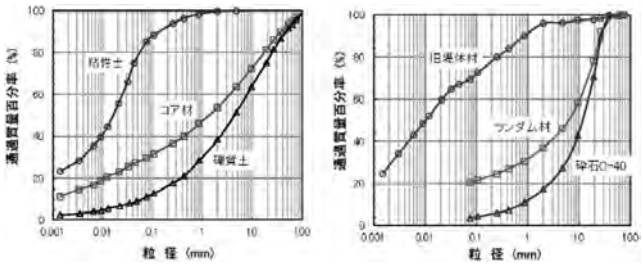



図―3　コア材の管理境界範囲[1)]

### (3) 室内混合試験

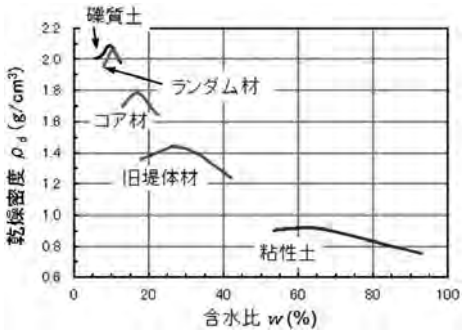
室内混合試験では，盛土材の物理試験と室内締固め試験を実施し，最大乾燥密度と最適含水比を基準にして，施工に適した含水比の目安を把握した。

粒度試験および室内締固め試験の結果を**図―4，5**に示す。締固め試験は，剪頭粒度試料（コア材は 19.0 mm 以下，ランダム材は 37.5 mm 以下）を用いて標準プロクター（締固めエネルギーレベル CEL は 1Ec）で実施した。**図―5** より，施工に適した含水比は，コア材では 14 ～ 20%程度，ランダム材では 8 ～ 12%程度であることが分かった。




a）コア材の粒度　　b）ランダム材の粒度

図―4　室内混合盛土材の粒度

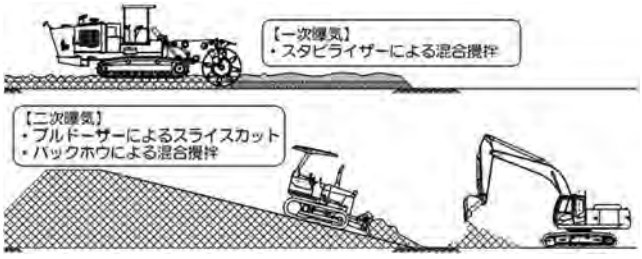



図―5　室内混合盛土材の締固め試験結果

### (4) 現場混合試験

現場混合試験は，盛土材のストックヤードで，実施工に使用する重機を用いて，所定の混合比（**表―1**）となるように以下に示す手順で混合撹拌した。

コア材は，**図―6** に示すように，含水比が高い粘性土を厚さ約 20 cm で広く撒き出して 2 日程度天日乾燥した後に，礫質土を敷き重ね，スタビライザ（**図―7**）を用いて混合撹拌しながら曝気を促進した。さらに，ストックしたコア材をブルドーザでスライスカットし，バックホウで混合撹拌して含水比の調整を行った。なお，粘性土の自然含水比は 62.8 ～ 118.5%（平均 88.6%）とコア材の 1Ec での最適含水比 $[w_{opt}]_{1Ec}$ =




図―6　コア材の混合撹拌・曝気乾燥の手順

| | |
|---|---|
| 車体重量 | 16.305 t |
| 寸　法 | 全長 7.5 m ×全幅 2.6 m |
| 撹拌幅 | 1.8 m（有効 1.6 m） |
| 撹拌深さ | 最大 600 mm |

図―7　スタビライザ（STB210C，クローラ式）

15.9%よりも遥かに高かったために，曝気乾燥にはかなりの労力を要した。また，工事期間中は，降雨の影響を避けるために，ストックヤードに大型の仮設テント（40 m×22 m＝880 m$^2$）を設置し，含水比調整後のコア材をその中に仮置きした。

ランダム材は，砕石 C-40 を 60 cm，旧堤体材（砂質土）を 20 ～ 30 cm で交互に撒き出して積み上げたストックパイルを，ブルドーザでスライスカットし，バックホウで混合撹拌して含水比を調整した。

混合撹拌した盛土材は，細粒分含有率や礫率などを確認するとともに，次節に示す現場転圧試験に使用した。

### (5) 現場転圧試験

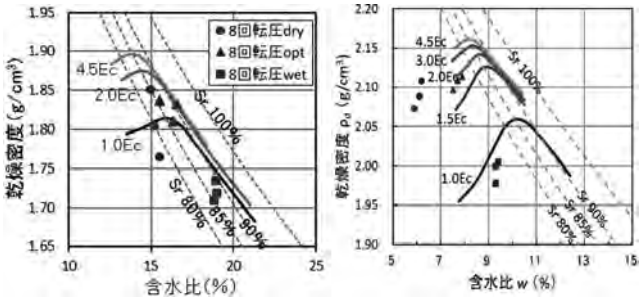
現場転圧試験は，盛立仕様を設定するため，実施工に使用する 19 t 級タンピングローラ（**図―8**）を用いて**表―6** に示す条件で実施した。含水比の条件は，現場混合した盛土材の剪頭粒度試料（コア材は 19.0 mm 以下，ランダム材は 37.5 mm 以下）による室内締固め試験（1Ec）の結果（**図―9**）に基づき以下のように設定した。

| | |
|---|---|
| 車体重量 | 20.0 t |
| 起振力 | 35.0 t |
| 寸　法 | 全長 6.25 ×全幅 2.53 m |
| ドラム | 幅 2.15 m<br>フート高さ（突起）11.5 cm |

図―8　タンピングローラ（SV900T）

表―6　現場転圧試験の盛土材の剪頭粒度試料に対する含水比の設定条件

| 盛土材 | 撒出し厚さ | 転圧回数 N | 3 含水比条件 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 乾燥側 $w_{dry}$ | 1Ec 最適 $w_{opt}$ | 湿潤側 $w_{wet}$ |
| コア材 | 25 cm | 6, 8, 10, 12 回 | 17.0% | 18.5% | 22.5% |
| ランダム材 | 25 cm | 4, 6, 8, 10 回 | 6.5% | 10.0% | 11.0% |




a）コア材の $\rho_d$ ～ w 関係　　b）ランダム材の $\rho_d$ ～ w 関係

図―9　現場混合盛土材の室内締固め試験結果（1Ec，剪頭粒度）および現場転圧試験結果（8 回転圧，剪頭粒度に換算）

乾燥側 $w_{dry}$ は，コア材では最適含水比 $(w_{opt})_{1Ec}$ －1.5%，ランダム材では（$(w_{opt})_{1Ec}$ －3.5%とした。

湿潤側 $w_{wet}$ は，$[D_c]_{1Ec}$ ＝95%に対応する湿潤側含水比とし，コア材では（$(w_{opt})_{1Ec}$ ＋4%，ランダム材では（$(w_{opt})_{1Ec}$ ＋1%に設定した。

なお，**図―9** に示すように，何れの盛土材でも，最適飽和度（$(S_r)_{opt}$ は CEL を 1.0 Ec ～ 4.5 Ec と変化させてもほぼ一定であったので，現場での CEL の不可避的な変化に左右されないで飽和度管理を適用できると判断した。

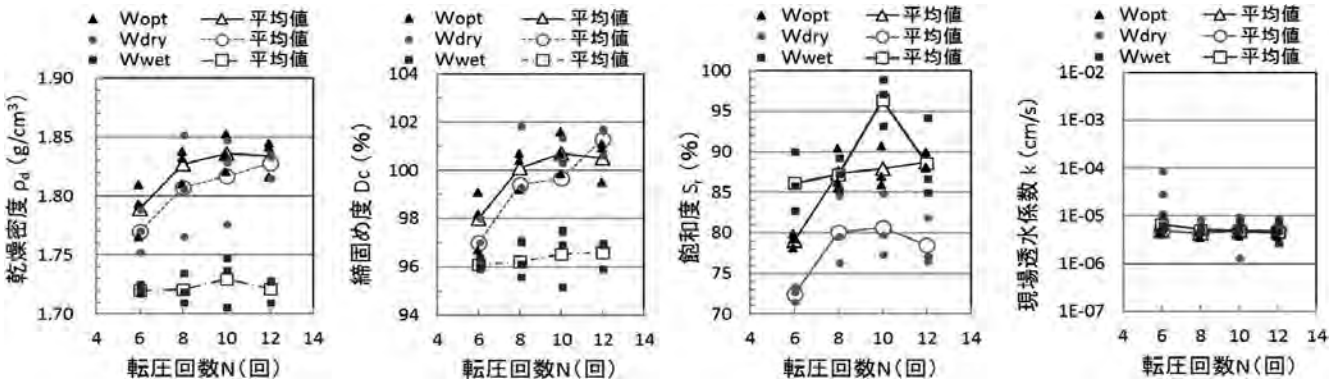
転圧後の現場密度試験（砂置換，$\phi$ 20 cm，突き砂法）と現場透水試験（$\phi$ 30 cm，深さ 30 cm 程度，変水位法，JGS 1316-2012 に準拠）は，最終転圧面の凹凸を除去するために，1 転圧層分（約 20 cm）を取り除いてから実施した。乾燥密度 $\rho_d$ 等は，原位置での全粒度試料の乾燥密度と含水比の測定値から Walker-Holtz の方法（以下，WH 法）[6] によって，剪頭粒度（コア材では 19 mm 以下，ランダム材では 37.5 mm 以下）での値に換算した。また，締固め度は，次式による値である。

$$[D_c]_{1Ec} = A/B\ (x100\%) \qquad (1)$$

A：現場での全粒度試料の $\rho_d$ の測定値から，WH 法によって剪頭粒度（コア材は 19 mm 以下，ランダム材は 37.5 mm 以下）の値に換算した $\rho_d$

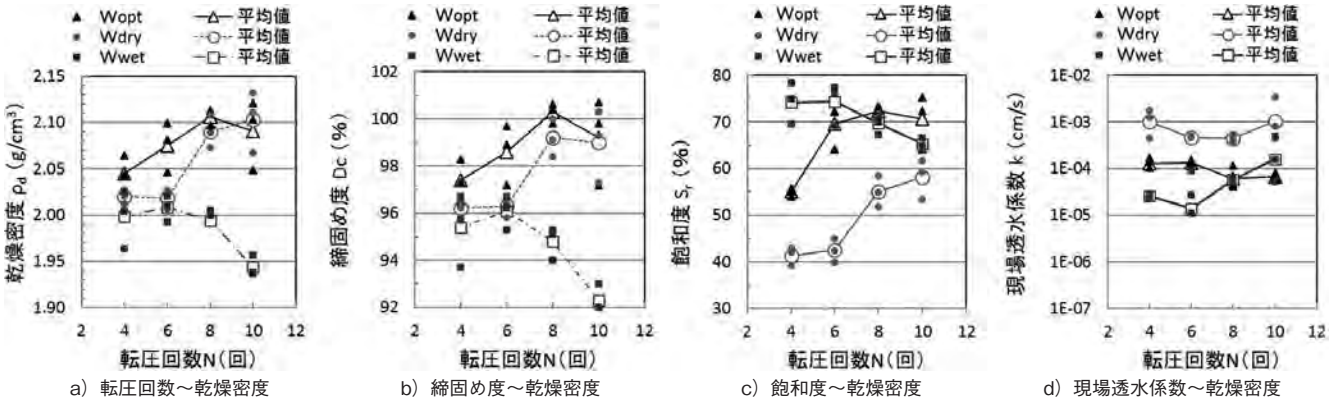
B：剪頭粒度試料で実施した 1Ec での室内締固め試験による最大乾燥密度 $[(\rho_d)_{max}]_{1Ec}$

主な試験結果を**図―9 ～ 11** に示すが，堤体の締固




a）転圧回数～乾燥密度　b）締固め度～乾燥密度　c）飽和度～乾燥密度　d）現場透水係数～乾燥密度

図―10　コア材の原位置転圧試験の結果（乾燥密度は剪頭粒度試料の値に換算）




a）転圧回数～乾燥密度　b）締固め度～乾燥密度　c）飽和度～乾燥密度　d）現場透水係数～乾燥密度

図―11　ランダム材の原位置転圧試験の結果（乾燥密度は剪頭粒度試料の値に換算）

め管理基準値（**表―6**）は以下のように設定した。

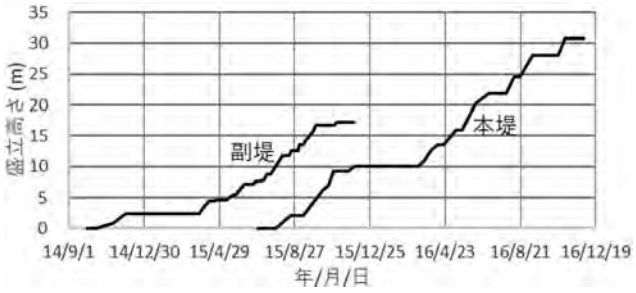
コア材は転圧回数 N＝8 の時，$w=w_{wet}$ では過転圧の傾向にあるが，$w=[w_{opt}]_{1Ec}$ では $[D_c]_{1Ec}$ は 100％を超えた。そこで，N＝8 回での品質管理値として，$[D_c]_{1Ec}$ の目標値を 100％，許容下限値 DL を 95％とした。また，$w$ の目標値を $[w_{opt}]_{1Ec}$，許容下限値 WL を $[w_{opt}]_{1Ec}$ －1.0％に，許容下限値 WU を $[w_{opt}]_{1Ec}$＋2.0％とした。$w$ の管理範囲が目標値よりも湿潤側にやや偏っているのは，仮に現場の締固めエネルギー CEL が不十分で乾燥密度が低く乾燥側となった時の弊害を確実に避けるためである。また，透水係数の要求品質（k≦1.0×$10^{-5}$ cm/s）を確実に満足するために，室内透水試験の結果に基づいて，$S_r$ の許容下限値 SL を $(S_r)_{opt}$－5％＝80％に設定した[5]。そして過転圧防止と強度・剛性の低下を避けるために，$S_r$ の許容上限値 SU を $(S_r)_{opt}$＋5％＝90％に設定した。なお，$[D_c]_{1Ec}$ の許容下限値 DL で作成した剪頭粒度試料の供試体の三軸圧縮試験では，設計強度を満足するせん断強度が得られた。

ランダム材（旧堤体材と購入砕石の混合材料）は，転圧後の $w$ 測定値が設定値をやや下回ったが，N＝4 回で $[D_c]_{1Ec}$≧95％を満足する。しかし，浸水後の強度低下やコラプス沈下に対する懸念から，より高い施工上の目標値として N＝8 回を設定した。N＝8 回での品質管理値として，$[D_c]_{1Ec}$ の目標値を 100％，許容下限値 DL を 95％とした。また，$w$ の品質管理値として，目標値を $[w_{opt}]_{1Ec}$，許容下限値 WL を $[w_{opt}]_{1Ec}$－1.0％，許容下限値 WU を $[w_{opt}]_{1Ec}$＋1.0％とした。$S_r$ は，過転圧防止のために許容上限値 SU を $(S_r)_{opt}$＋6％＝92.3％に，水浸による強度低下と沈下の抑制を目的に許容下限値 SL を $(S_r)_{opt}$－15％＝ 68.3％に設定した。なお，ランダム材は湿潤側では 8 回以上転圧すると密度低下が顕著であるため，コア材と同様に適切な含水比範囲での施工が求められた。

## 4．飽和度管理による盛土の施工結果

新堤体の盛立工程（施工結果）を**図―12** に示す。

品質管理試験は，施工前のストックパイルから採取した試料を対象とした定期管理と，施工後に盛立場所から採取した試料を対象とした日常管理を，**表―7** に示す頻度で実施した。5 つの管理境界（**表―6**）の数値は，定期管理の試験結果に基づいてストックパイル毎に設定した。なお，現場での転圧の位置と回数（原位置での CEL）の管理は，タンピングローラに GNSS（衛




図―12　新堤体の盛立工程

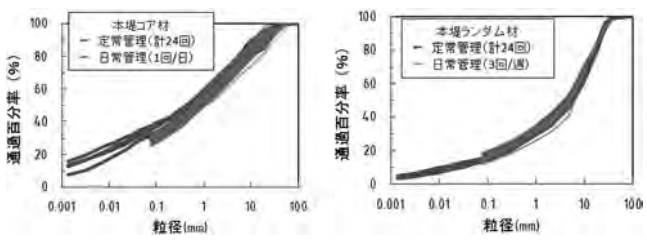
表―7　実施工での品質管理試験の項目と頻度

| | 定期管理（施工前） | 日常管理（施工後） | |
|---|---|---|---|
| | コア材,ランダム材 | コア材 | ランダム材 |
| 含水比試験（JIS A 1203） | 1回／午前・午後（3試料／回） | 1回／日（3孔） | 1回／週（3孔） |
| 粒度試験（JIS A 1204） | ストックパイル1バッチ毎（3,000 $m^3$ 程度毎） | 1回／日（3孔） | 1回／週（3孔） |
| 締固め試験（JIS A 1240） | ストックパイル1バッチ毎（3,000 $m^3$ 程度毎） | − | − |
| 現場密度試験（JGS 1611）（突砂法） | − | 1回／日（3孔）（$\phi$200 mm） | 1回／週（3孔）（$\phi$300 mm） |

・本堤のコア材：57,000 $m^3$，ストックパイル 19 バッチ
・本堤のランダム材：80,000 $m^3$，ストックパイル 24 バッチ
・副堤のコア材：10,000 $m^3$，ストックパイル 4 バッチ
・副堤のランダム材：31,000 $m^3$，ストックパイル 10 バッチ

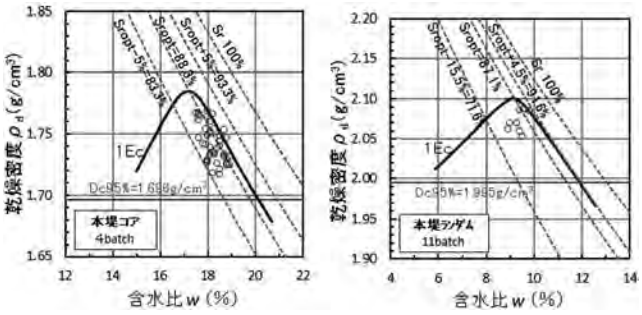
星測量システム）を取り付けて実施し，山間部での GNSS 計測障害を避けるために現場基準局を設置した[8]。

定期管理と日常管理の土質試験では，ほぼ同じ粒度分布曲線が得られた。ただし，**図―13** に示すように粒度分布は不可避的に変動し，このために $[(\rho_d)_{max}]_{1Ec}$ と $[w_{opt}]_{1Ec}$ の値は不可避的に変動した。しかし，最適飽和度 $(S_r)_{opt}$ は粒度分布と CEL が多少変動しても変動しない目標値であるので，原位置の CEL を一定に管理し，締固め土の $S_r$ を管理することで $[(\rho_d)_{max}]_{1Ec}$ と $[w_{opt}]_{1Ec}$ の変動にも対処できた[5]。




a）本堤コアゾーン　　b）本堤ランダムゾーン

図―13　実施工での粒度試験の結果（本堤）




a）本堤コアゾーン　　b）本堤ランダムゾーン

図―14　ストックパイル毎の定期管理試験結果の一例

**図―14** に，ストックパイル 1 バッチ（3,000 $m^3$ 程度）毎の現場品質管理試験結果の一例を示すが，全データが 5 つの管理境界の範囲内で，目標とした高品質な盛土が実現できている。そして，他のバッチも**図―14** と同様に全ての管理基準を満足した[5]。

## 5. おわりに

藤沼ダム復旧工事は，2013 年 10 月に着工し 2017 年 3 月に竣工した（**写真―1，2**）。新堤体の施工では高い要求品質を満足するために，従来の含水比管理と締固め度管理に加えて「最適飽和度」の実現を目指す飽和度管理を実施した。施工結果は良好で，盛土の強度・剛性，透水係数などの物性値を効果的に管理でき

写真―1　本堤の施工状況（2016 年 7 月）

写真―2　藤沼ダム試験湛水状況（2017 年 4 月）

る飽和度管理の有効性が確認された。

## 謝　辞

なお，本報文は「福島県藤沼ダム復旧委員会」における検討結果をまとめたものであり，委員長田中忠次教授（地域環境資源センター理事長），委員毛利栄征教授（茨城大学農学部）をはじめ関係者の方々に謝意を表します。

JCMA

《参考文献》

1）渡邊浩樹，田中忠次，龍岡文夫，毛利栄征，デュッティン・アントワン，矢崎澄夫，三浦亨：福島県藤沼旧堤体の崩壊解析を踏まえた新堤体の設計，基礎工，vol.46，No.3，pp.79-84．2018.
2）Tatsuoka, F.：Compaction characteristics and physical properties of compacted soil controlled by the degree of saturation, Keynote Lecture, Proc. 15th Pan-American Conf. on SMGE & 6th I. C. on Deformation Characteristics of Geomaterials, Buenos Aires，2015.
3）龍岡文夫ら：地盤工学・技術ノート第 1 回～ 20 回，盛土の締固め①～⑳，基礎工，vol.41，No.7 ～ vol.43，No.2，2013-2015.
4）龍岡文夫：土の締固めにおける飽和度管理の重要性，ダム技術，2016 年 3 月号，No.354，pp.3-16，2016.
5）渡邊浩樹，田中忠次，龍岡文夫，毛利栄征，山岸明広，三反畑勇，三浦亨，矢崎澄夫：福島県藤沼ダムの強化復旧における新堤体の施工，基礎工，vol.46，No.3，pp.85-90，2018.
6）Walker, F.C. and Holtz, W.G.：Control of Embankment，Material by Laboratory Testing, Proc. ASCE, No. 108, pp.1-25，1951.
7）土木研究所資料：フィルダムの挙動解析（その 1）―天端最大断面の外部変位―，1991.
8）国土交通省：TS･GNSS を用いた盛土の締固め 管理の監督･検査要領，平成 29 年 3 月.

［筆者紹介］

三反畑　勇（さんだんばた　いさむ）
安藤ハザマ
技術研究所土木研究部
主席研究員

龍岡　文夫（たつおか　ふみお）
東京大学，東京理科大学
名誉教授

渡邊　浩樹（わたなべ　ひろき）
福島県　相双農林事務所　総務部
専門管理技術員

三浦　亨（みうら　とおる）
NTC コンサルタンツ㈱
東北支社技術部
次長