

フィルダムやため池の既設堤体調査への小型動的貫入試験の適用性

株式会社 フジタ ○福島伸二・北島 明

§ 1. まえがき

老朽化したフィルダムやため池の堤体改修では、調査設計段階において既設堤体の現況安定性を把握するために標準貫入試験（以下 SPT 試験という）が実施されるものの、試験実施数は新設の場合に比較すると限定的で不十分な場合が多い。SPT 試験の実施数不足を補うための調査法として、SPT 試験よりも小型・軽量・自動化により省力化され、かつエネルギー換算的に SPT 試験結果と良い相関が得られる小型動的自動貫入試験（ミニラム試験、以下 mRS 試験という）の適用が考えられる。本稿は改修工事中的フィルダムやため池の既設堤体において SPT 試験の実施地点で mRS 試験を実施し、試験結果の比較から mRS 試験における SPT 試験の補完調査への適用性について調べた結果を報告する。

§ 2. 小型動的貫入試験（ミニラム）

mRS 試験¹⁾はスウェーデンで省力化した STP 試験として開発された動的自動貫入試験（ラムサウンディング、以下 SRS 試験という）²⁾を打撃エネルギーが 1/2 になるように小型・軽量化したもので、直径 28mm のロッド先端に設置した角度 90°×直径 36.6mm×長さ 69mm の円錐形コーンを、質量 $M=30\text{kg}$ のドライブハンマーを高さ $H=35\text{cm}$ から自動的に自由落下させて 20cm 貫入毎の打撃回数 N_{mRS} を連続的に求める試験である。なお、SRS 試験²⁾は直径 32 mm のロッド先端に設置した角度 90°×直径 45mm×長さ 90mm の円錐形コーンを、質量 $M=63.5\text{kg}$ のドライブハンマーを高さ $H=50\text{cm}$ で自動的に自由落下させて 20cm 貫入毎の打撃回数 N_{RS} を連続的に測定するもので、SPT 試験により得られる貫入抵抗値 N_{SPT} と同等の値が得られ

$$N_{\text{RS}}=N_{\text{SPT}} \quad (1)$$

の関係が成り立つとされる。

mRS 試験による N_{mRS} は土質区分上の粘性土質地盤ではロッドの周面摩擦の影響を受けるため、コーン先端を 20cm 貫入時の打撃回数 N_{dm} とロッド回転時のトルク M_V ($\text{N}\cdot\text{cm}$) を測定し

$$N_{\text{mRS}}=(1/2)\cdot N_{\text{dm}}-0.0016\cdot M_V \quad (2)$$

によりロッド周面摩擦の影響を補正して求める²⁾。なお、本稿における N_{mRS} は堤体の土質区分を明確に決めるため、土質区分に関係なくロッド回転時の M_V を測定し、式(1)により N_{dm} の周面摩擦を補正して求めた。

§ 3. 各堤体における $N_{\text{mRS}}\sim N_{\text{SPT}}$ 関係

改修中のフィルダムやため池の既設堤体の同一位置において mRS 試験と SPT 試験を実施したが、両試験により得られた N_{mRS} あるいは N_{SPT} は深さ位置により値に差があるものの、全体的な傾向に比較的良好一致を示していることがわかった^{3) 4)}。ただし、深さ毎の N_{mRS} と

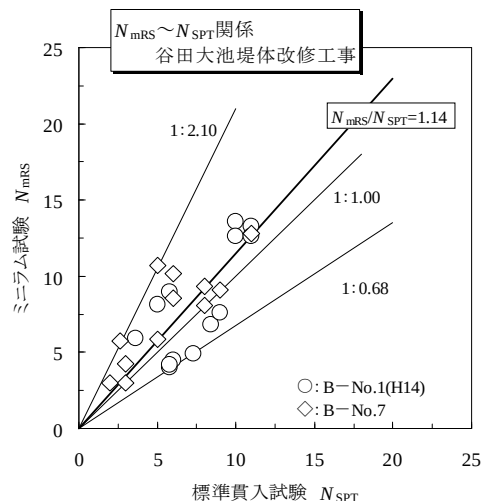
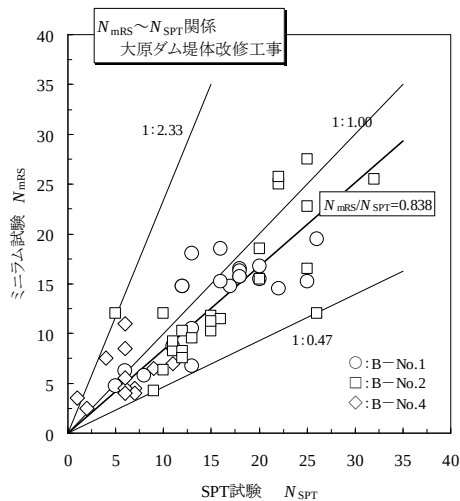
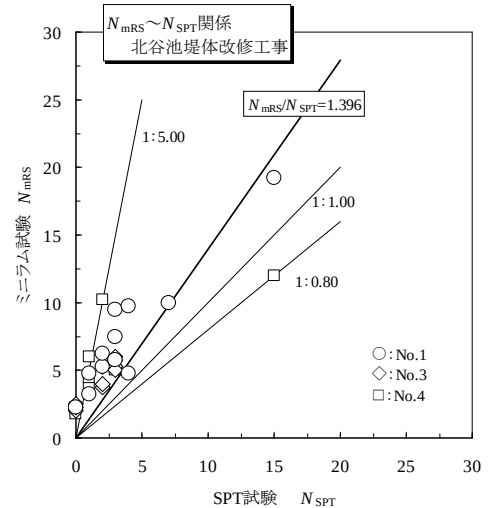
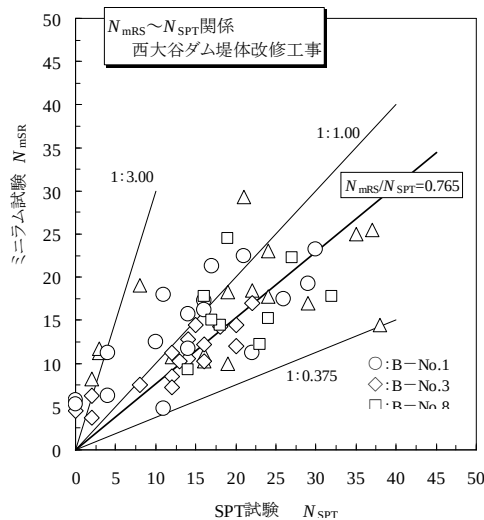
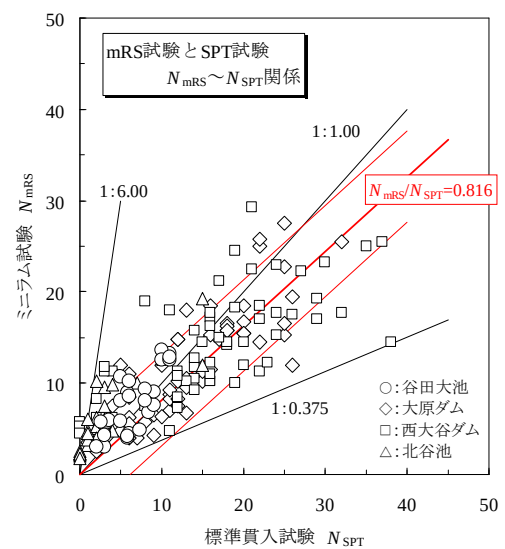


図1 谷田大池における $N_{\text{mRS}}\sim N_{\text{SPT}}$ 関係（粘性土礫質）³⁾

N_{SPT} を直接比較してみると、両者間の大小関係が SPT 試験によりなされた土質区分と深い関係があることも明らかになった⁴⁾。図1～図4はこれまで実施した谷田大池³⁾、大原ダム⁴⁾、西大谷ダム、北谷池の各堤体の試験から得られた $N_{\text{mRS}}\sim N_{\text{SPT}}$ 関係をそれぞれ示す。図中の細線はデータのバラツキ範囲を、太線はデータ平均値をそれぞれ示している。これらの図から、バラツキが顕著なのは西大谷ダムと北谷池でみられるが、これは地盤内の一部に N_{SPT} が $N_{\text{SPT}}=0\sim2$ 程度の軟弱層部分がある場合である。 N_{mRS} は打撃エネルギーが SPT 試験より小さいため、 $N_{\text{SPT}}=0\sim2$ の場合でも地盤の打撃強さの大小を細かく評価できるためである。また、 N_{mRS} と N_{SPT} の大小関係の傾向は堤体の土質区分により異なり、粘性土質では N_{mRS} が N_{SPT} より大きく、砂・砂礫土質では N_{mRS} が N_{SPT} より小さくなる傾向がみられる。 N_{mRS} と N_{SPT} の大小関係における相違は、SPT 試験で用いるサンプラーの貫入機構が土質区分により相違するためと思われる。すなわち、SPT サンプラーの貫入機構が中空円筒形であるため

キーワード 小型動的貫入試験（ミニラム試験）、標準貫入試験、堤体改修、補完試験

連絡先 〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷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 TEL03-3796-2299

図2 大原ダムにおける N_{mRS} - N_{SPT} 関係 (砂・砂礫質)⁴⁾図4 北谷池における N_{mRS} - N_{SPT} 関係 (粘性土質)図3 西大谷ダムにおける N_{mRS} - N_{SPT} 関係 (砂・砂礫質)図5 各堤体から得られた N_{mRS} - N_{SPT} 関係

地盤の土質区分により相違し、粘性土質では先端開放状態 (中空) のリング状応力分布となり打撃回数を過小評価しやすいのに対して、砂・砂礫質では先端閉塞状態 (中実) の円形応力分布となり打撃回数を過大評価しやすい。

図5は調査を実施した4事例すべての N_{mRS} - N_{SPT} 関係を合わせて示す。図中の N_{mRS}/N_{SPT} 平均線の上・下の赤線は $N_{mRS} = 0.816 \cdot N_{SPT} \pm 5.0$ の関係を示している。図から、 N_{mRS} - N_{SPT} 関係は N_{SPT} の小さい $N_{SPT} \leq 5.0$ の範囲では $N_{mRS} > N_{SPT}$ の傾向がありバラツキも顕著であること、全体では $N_{mRS}/N_{SPT} = 0.816$ の $N_{mRS} < N_{SPT}$ にあり、 $N_{SPT} > 5.0$ の範囲では平均線からのバラツキ範囲が小さいことがわかる。これは貫入エネルギーが大きい STP 試験では堤体が軟弱な $N_{SPT} \leq 5.0$ の場合に N_{mRS} 試験のように打撃強さを細かく評価できないためと思われる。

§4. あとがき

mRS 試験は SPT 試験による結果と良い相関があり、SPT 試験の実施数不足を補完するための調査法として

十分適用できる。ただし、 N_{mRS} と N_{SPT} の大小関係の傾向は堤体の土質区分により異なり、粘性土質では N_{mRS} が N_{SPT} より大きく、砂・砂礫土質では N_{mRS} が N_{SPT} より小さくなる傾向がある。また、 $N_{SPT} \leq 5$ のような軟弱な堤体部分では $N_{mRS} > N_{SPT}$ の傾向が特に顕著となることに留意する必要がある。

【参考文献】 1)菅原紀明, 鈴木勝久, 菅原章治: 小型動的貫入試験機の開発とその応用, 全地連「技術フォーラム'97」名古屋, (社)全国地質調査業協会連合会, pp.1-4, 1997. 2)佐藤勝英, 岩崎恒明: オートマチックラムサウンドの試験装置と結果の一例について, 土質工学会サウンディングシンポジウム, pp.213-222, 1980. 3)北島 明, 福島伸二: 小型動的貫入試験 (ミニラム) による谷田大池の既設堤体調査, 第66回土木学会年次講演会, 第3部門, pp.709-710, 2011. 4)福島伸二, 北島 明: フィルダム・ため池堤体における小型動的貫入試験と標準貫入試験の比較, 第47回地盤工学研究発表会, 2012. (投稿中)