

1. はじめに

CSG (Cemented Sand and Gravel) 工法¹⁾は、掘削ずりや河床砂礫のような現地発生材を分級せず、少量のセメントを添加混合することによって強度増加をはかり、構造物を築造する方法である。1992年の長島ダム二次締切堤の竣工後、仮締切堤、砂防ダム等の施工実績がある。しかし、築造後の仮締切堤で越流した事例はなかったが、'94年11月に竣工(約5年経過)した仮締切堤で初めて越流を経験した。

本報文では、越流したCSG構造物において浸食後の堤体の形状変化、弾性波探査などを行い越流抵抗性について検討した結果を述べるものである。

2. 二次締切堤の概要と越流状況

対象構造物(表-1)は、上流仮締切として築造され出水による越流が生じるまでに約5年が経過しており、その間において何ら変状をきたしていない。多くのCSG構造物はCSG本体の上にコンクリートなどのカバーを行っているが、本仮締切堤の下流法面などはCSGがむき出しの状態となっている。このために、下流法面の転圧層間の境界付近は風化によりセメンテーションがなくなり、細粒化している部分や、その上にコケや草が植生しているところもみられる。

仮締切の越流は、約5時間継続し、最大越流量は $Q=170 \text{ m}^3/\text{s}$ であった。越流状況を写真-1に示す。

3. 越流後の堤体の形状変化

写真-2は、越流後の下流法面の状況である。概観すると、図-1の略図に示すように転圧厚さの境界部分で筋状に浸食を受けた跡がみられるが、それ以外のところでは細粒分が洗い流されただけである。最大浸食深さは20数cmである。なお、下流法面は、油圧振動転圧機で転圧が行われている。

写真-3には越流した天端の状態を示す。この部分でも越流によりえぐれた部分は全くみられず、コンクリートの打ち継ぎ目処理後のように表面の細粒分が洗い流れて粒径の大きなものが残っているといった状態である。すなわち、材料の転圧が不足している部分、言い換えれば転圧しにくい部分で浸食を受けると考えられる。また、この結果は、図-2¹⁾に示すように当構造物の築造前に行った圧力水による越流抵抗試験において、任意の洗堀を受けた後はほとんど浸食が進行しない結果とほぼ同様である。すなわち、CSGは通常の土構造物に比べ十分な越流抵抗性を有すると考えられる。

4. 弾性波探査による物性値の変化

弾性波探査の前に、RI密度計(自動走査式RI密度計)を用いて、堤体天端表面の密度を測定した。ここで用いたRI密度計は、1測点あたり直径80cmの面積、深さ方向に30cmの密度を測定するものである。40測点(測定範囲 392 m^2)の平均乾燥密度は 2.232 t/m^3 (標準偏差 0.033 t/m^3)、平均含水比は(標準偏差0.50%)であった。

キーワード：CSG、越流抵抗性、弾性波探査、表面波探査

連絡先：〒305-0804 つくば市旭一番地、TEL(0298)64-2211、FAX(0298)64-0164

表-1 構造物諸元

規 模	堤 高	12.0m
	堤 頂 長	87.5m
C S G	堤 体 積	$13,650 \text{ m}^3$
	母 材	河床砂礫
	単 位 セ メ ン ト 量	60 kg/m^3
	使 用 セ メ ン ト	高炉セメントB種
施 工 条 件	ま き 出 し 厚	25cm×2層
	転 圧 厚 さ	50cm
	転 圧 回 数	6回
転 圧 機 種	ま き 出 し	11tガンブトラック
	数 均 し	21tフルドーザ
	締 固 め	10t級振動ローラ
法 面 転 圧 方 法	油圧振動転圧機	

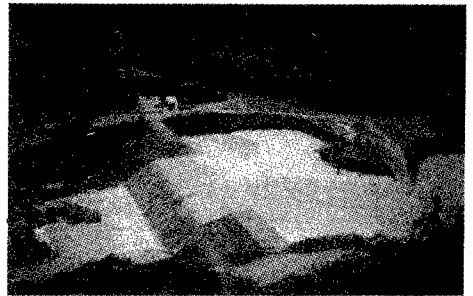


写真-1 越流状況

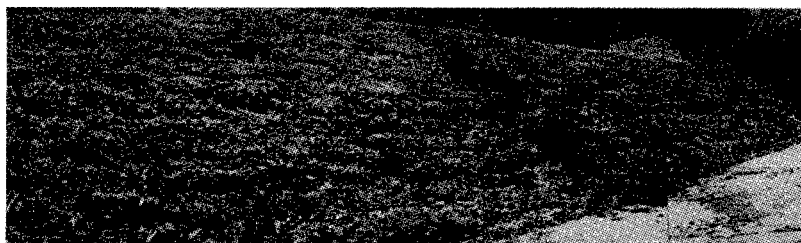


写真-2 出水後の下流法面浸食状況

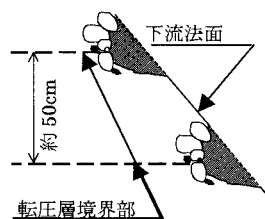


図-1 下流法面の浸食

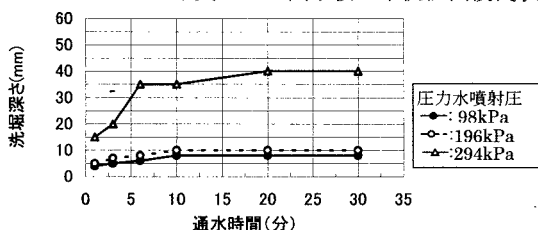


図-2 通水時間と洗堀量

弾性波探査・表面波探査によって構造物のP波・S波速度の変化を比較した。弾性波探査の測点は縦断方向に10m間隔で設け、表面波探査の測点は前回調査(出水の約1年前)と同じ位置に設けた。

弾性波探査によるS波の縦断方向の速度分布を図-3に示す。S波速度 V_s は、ほぼ水平の2層構造を示しており、速度層の境界は4年経過後に測定した結果とほぼ同じである。その値 V_s は、1,800~1,900m/sを示し、4年経過後の測定値と変わらない。P波速度 V_p もS波速度と同様に4年経過後の測定値とほぼ同様である。図-4に表面波探査の測定結果を4年経過後のものと併せて示す。測点は図-3のポイントで行っている。図-4より両測定値を比較すると若干の変化はみられるものの、両方の値に差がないことが確認できる。特に越流の影響を大きく受けていると考えられる表面付近1.0~1.5mにおいても表面波から求めるS波速度 V_s' の値に変化がない。二つの方法よりCSG構造物の剛性は越流によって変化がないと言える。



写真-3 出水後の越流部天端

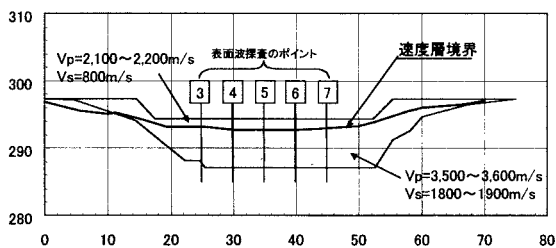


図-3 堤軸方向のS波速度分布

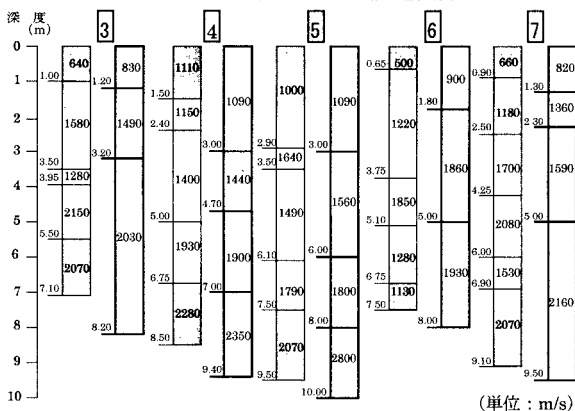


図-4 V_s' 速度柱状図

5. まとめ

最大流量 170m³/s の越流を経験したCSG構造物を調査して以下のことがわかった。

- (1) 目視によると下流法面の転圧層の境界部分で筋状の浸食がみられ、その浸食深さは最大 20 数 cm である。この部分は所定の強度が得られていない箇所と考えられる。
- (2) 弾性波・表面波探査によるP波・S波速度に変化はみられない。

今後、CSGの越流抵抗性については、現地浸食状況を踏まえた室内試験により検討を行っていきたい。

参考文献 1) 中村昭、豊田光雄、佐藤小次郎：CSGの工学的性質に関する実験的検討，ダム技術，No. 96，pp. 35-46，1994