

III-61 複合ダム接合部の挙動解析

建設省土木研究所 正会員 ○小嶋 光博 安田 成夫 中村 昭

1. はじめに

コンクリートダムとフィルダムの複合ダムは、一般にセパレートウォール等を介して接合されるが、その形状、特に縦断勾配については、最適値を求めることが困難である。建設省所管のダムについては、その数が多くないこともあり、現在でも1970年代に設計されたaダム(ダム高 $H=52.5\text{m}$)を参考に検討されている。

aダムが設計された当時のFEMによる築堤解析¹⁾は、接合部の境界面を固定とする手法で行われている。近年になって、境界面に不連続要素(以下、結合要素)を用いて境界面でのずれをシミュレートできるようになったが、その妥当性の検証例はあまり多くはない。本報告では、aダムの実測値をもとに結合要素を用いた解析手法の検証を行い、境界部に一般コア材ではなく、中間材の物性値を代表させた薄層(以下、境界部要素)を配置することにより、実際の挙動のシミュレーションを試みたのでその結果を示す。また、この結果をもとに、bダム($H=31.5\text{m}$)について最適な勾配を検討した結果も合わせて示す。

2. 解析方法

図-1に、aダムの接合部に設置された土圧計の計測値の一例を示す。 σ_1 の角度は接合部の勾配に応じて変化しており、当然のことながら土柱重量(設置位置の土被り)にほぼ比例した値となっている。この堤体形状を解析用にモデル化したものを図-2に示す。土圧計は図中の■に相当する位置に設置されているため、この要素の解析値と実測値を比較することにより検証を行った。なお、実際の施工では、一般コア材とコンクリートまたは基礎岩盤との境界部に、中間材やコンタクトクレイなどの細粒分が多い材料を数層に分けて介在させることから、この部分の挙動を解析値へ反映させるために以下のような工夫をした。モデルは、一般コア材のみで構成し、境界面に結合要素を用いた一般的なタイプA、結合要素に加えて境界部に1m厚の境界部要素を設けたタイプB、同様に、境界部要素をaダムの中間材の実施工幅に相当する2m厚としたタイプCの3タイプとした。一般コア材の物性値は、aダムの設計値を使用し、境界部要素の物性値は、aダムの中間材を参考にしてブレンドされたbダムの試験値を代入した。この条件の下で、結合要素の c 、 ϕ の組み合わせを変えることによって、最も実測値に近い値を求めることとした。試行した組み合わせは、3タイプ合わせて35ケースである。なお、判定方法は、主応力(σ_1 、 σ_2)と主応力 σ_1 の方向が水平面となす角度(θ)について、単純に、実測値と解析値の比を求め、総合的に1.0に近いかな否かによって判定した。平均誤差率が小さいほど実測値に近い解析が得られたことになる。

3. 解析結果

図-3に、代表的な組み合わせの解析結果を示す。試行した35ケースのうち、最も実測値に近い値が得ら

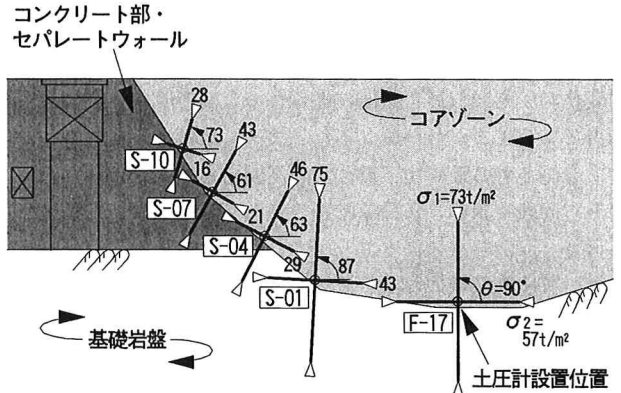


図-1 接合部土圧計計測値 (aダム)

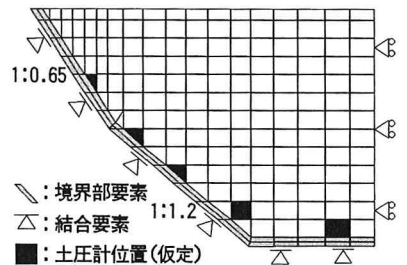
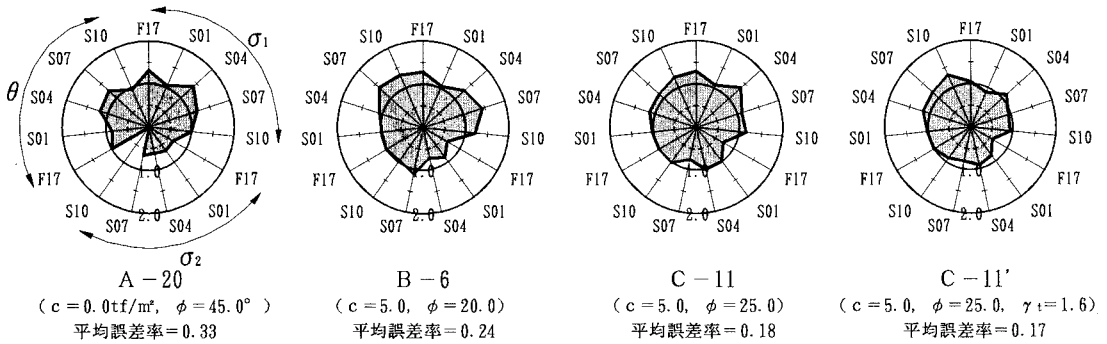


図-2 接合部モデル (タイプC)

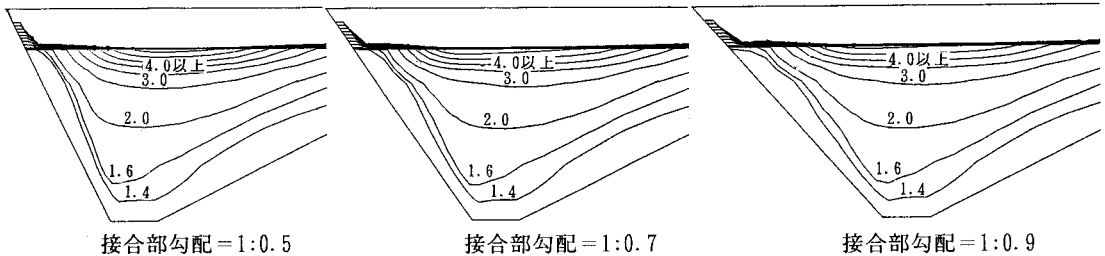


れたのは、タイプCで、 $c=5.0\text{tf/m}^2$ 、 $\phi=25.0^\circ$ のケースC-11であった。また、aダムの設計に使われた解析手法に相当するケースA-20では、堤頂部付近に引張領域が現れ、実測値とかけ離れた結果となった。

なお、コアゾーンの鉛直土圧は、アーチアクションによって40～90％程度に低減する²⁾ことと、本解析が2次元解析のため上下流方向の挙動が解析値に反映されないことを考慮して、コアの設計単位体積重量 γ_t を約80％に低減して再計算したところ(ケースC-11')、ケースC-11よりも更に実測値に近い値が得られた。ただし、低減率はコア材やフィルタ材の物性値、各ゾーンの形状によって異なり、また、コアゾーン全体が均等に低減するわけではないと考えられるので、今後の築堤解析にあたって、 γ_t の低減率に関しては、更に実測値についての検討が必要と考えられる。

4. 実際の適用

以上の結果をもとに、接合部の縦断勾配を変えた3モデルでbダムの築堤解析を行った。図-4に、解析結果のうち、各勾配における点安全率のコンター図を示す。緩勾配の方が安全であるという一般的な認識とは逆に、接合面の勾配を緩くしたモデルの方が点安全率の低い範囲が若干広いという結果となった。ただし、この3モデルの間ではほとんど相違は認められない。したがって、点安全率だけを考えた場合、接合部の縦断勾配が1:0.5～0.9の範囲内では、ダム堤体配置上の制約や施工性等を優先して決定しても良いと考える。



5. まとめ

- ① コア部の築堤解析においては、実際の施工を考慮して、接合部および基礎岩盤との境界部に中間材の物性値を代表させた境界部要素を配置することにより、実際の挙動により近い解析を行うことができる。
- ② aダムについては、結合要素の物性値を $c=5.0\text{tf/m}^2$ 、 $\phi=25.0^\circ$ とした場合に最も実測値に近い解析結果となった。
- ③ 点安全率だけを考えた場合、勾配の変化は安全率に大きく影響しないことから、ダム堤体配置上の制約や施工性等を優先して決定しても良い。

【参考文献】 1) 松本, 高瀬, 石橋; 複合ダムの接合部におけるフィル堤体の安定解析, 土木研究所資料第1013号, 1975年3月
2) 中村, 安田, 小嶋, 藤澤, 伊藤; フィルダムの挙動解析(その二)-変位・浸透-, 土木研究所資料第3255号, 1994年3月