

I-B 87 地下ダム止水壁の地震時挙動の検討（その2）

住友建設 技術研究所 正会員 三上 博
同上 土木本部 原田 次夫
同上 ダム室 山田 定信
同上 技術研究所 正会員 大久保 達也

1. はじめに

筆者らは、地下ダム止水壁の地震時挙動を概略明らかにすることを目的として、一連の解析的研究を実施している^{1) 2)}。これまで止水壁の耐震検討上考慮すべき、いくつかの留意点について明らかにしてきた。本報においては、これまで得られた知見をもとに、耐震性向上のための一方策としての、隅角部の形状に対する配慮についての一考察を示す。

2. 地震時挙動の概要

これまでの解析検討から得られた止水壁の地震応答の主な特徴（留意事項）を以下に列挙する。

- ①長尺帯状の構造物であるため地震動伝達位相差により、壁体にダム軸方向ひずみ、壁面内方向せん断ひずみが卓越して発生する。
- ②平面的な折れ曲がり部近傍において、ダム軸方向のひずみが増大（応力集中）する傾向がみられる。

3. 耐震性向上の方策

前述①の問題については、数値シミュレーション結果から、止水壁を低剛性の柔軟な材質とすることにより、発生応力を低減できることを確認している。国内で進められている実際のプロジェクトにおいても、S MW等の比較的剛性の低い壁体が採用されており、耐震上合理的な壁体が造成されているものと考えられる。

一方②の問題については、平面的な線形を考慮し、できる限り隅角部を排除することが望ましいものと思われる。具体的には、ダム軸の軸線に滑らかな曲線を取り入れることで対応可能であると思われる。今回その効果を概略確認するために実施したケース・スタディーの一例を以下に示す。

4. 隅角部構造の解析検討比較

(1)解析方法

一連の解析検討と同様に、応答変位法を基本とした解析方法を用いる。壁体をFEMシェル要素でモデル化し、地盤をバネ（軸バネ、せん断バネ）でモデル化したものである。

(2)解析モデル

解析対象モデルは、きわめて単純化した地下ダム止水壁モデルである。深さ50mの地盤中に壁高 $h=45\text{m}$ 壁厚 $t=0.8\text{m}$ の壁（弾性係数 $E=26,460\text{MPa}$ ）が、均質弾性地盤（ $E=490\text{MPa}$ ）の中に造成されたものを基本としている。このモデルにおいて、中央部に45度の隅角部を一カ所設けた場合と、この隅角部形状に内接する円弧（半径 $r=241.42\text{m}$ 、隅角から $L=100$ 地点で接する円弧）で軸線を形成した場合の2つのモデルを考え、両者を比較検討した。

(3)入力変位の条件

解析の入力値として用いた変位波形は、平面的に伝達波長 $L=800\text{m}$ の正弦波で伝達するものとして、深さ方向の地盤内変位分布は1/4波長の正弦波とした。地表面での最大変位量は一連の検討に共通な値として $D=5.14\text{cm}$ としている（解析方法、モデル図および変位波形形状の詳細は既報^{1) 2)}を参照されたい）。

(4)解析結果

解析検討では6種のひずみ成分（ ε_x 、 ε_y 、 ε_z 、 γ_{xy} 、 γ_{yz} 、 γ_{xz} ）が算出されるが、この中で大きな値をしているものがダム軸（Y）方向ひずみ ε_y および面内せん断ひずみ γ_{yz} の2成分である。図-1(a)及び図-

2(a)は45度の隅角を有する場合についての解析結果のうち、それぞれ隅角部近傍の ε_y 、 γ_{yz} の分布を示したものである。特に軸方向ひずみ ε_y の隅角部近傍への集中度合いが大きいことが明らかである。隅角部のひずみの最大値は $2.5E-4$ 程度と直線壁の場合の最大値($1.0E-4$ 程度)¹⁾に比べ約2.5倍程度の値となっている。ただし γ_{yz} については隅角位置への集中は認められない。

一方隅角を円弧で置き換えた場合についての計算結果を、図-1(b)及び図-2(b)に示す。隅角を排除することにより、特にダム軸(Y)方向ひずみ ε_y の集中傾向が緩和されていることが明らかである。他方、面内せん断ひずみ γ_{yz} については、一見して大きなひずみ領域が拡大しているように見受けられるが、これはほぼ直線壁部分の応力分布と等しい状態であり、特に円弧を取り入れたことにより増大したものではない。

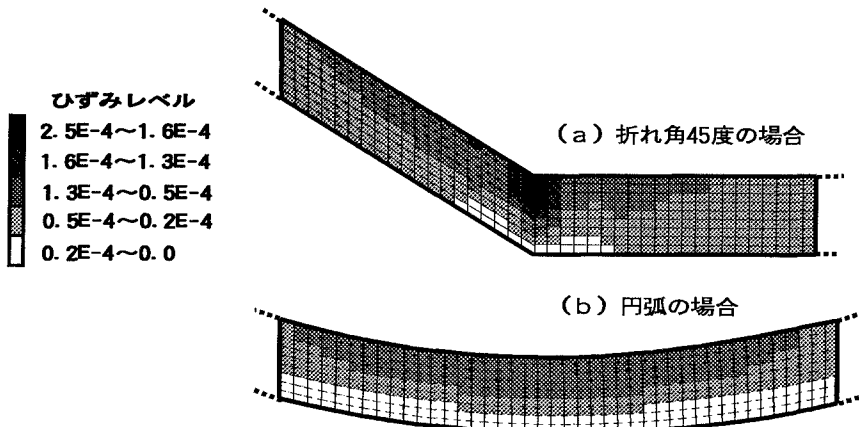


図-1 ダム軸方向ひずみ分布 ε_y

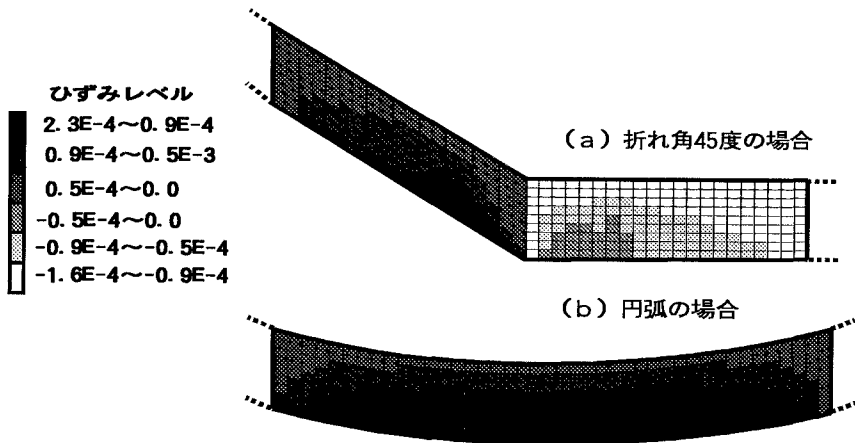


図-2 面内せん断ひずみ分布 γ_{yz}

5. まとめ

解析検討から、ダム軸線への曲線導入が止水壁の隅角部における地震時応力集中の緩和方策として、有効であることを、一例ながら確認ができた。現実の地下ダム計画においては、軸線形状は水文、地質、土地利用、施工性、経済性などの種々の要因の総合的な判断のもとで決定されるものであり、耐震検討のみから定まるものではないことは明らかである。本検討が計画・設計の上での一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 三上、上原、原田、箱田：地下ダム止水壁の地震時挙動の検討、土木学会第50回年次学術講演会、I-B831、1995.9
- 2) 三上、原田、山田、大久保：地下ダム止水壁の地震時挙動に関する研究、第6回ダム工学研究発表会、1995.11