

コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム¹の耐震性評価に関する基礎的研究 (その4) —鉛直継目の挙動に関する予測解析—

エイト日本技術開発 正○平松大周 正 黒田修一 非 野谷正明
熊谷組 正 大越靖広 フェロー 佐藤英明
大阪工業大学 正 藤本哲生

1. はじめに

本報は、コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム(以下、CFRD と称す)の耐震性評価手法の確立を目的に、既報¹⁾に引き続きフェイススラブの鉛直継目に着目した RC 供試体による載荷試験を行うにあたり、損傷形態や荷重変位関係などの挙動を予測するために実施した解析の結果について述べる。

2. 解析モデルの検討

載荷試験は、実物の 1/3 スケールの縮小模型を用い、フェイススラブに垂直な荷重を静的載荷して鉛直継目の基本的な挙動を把握することを目的とする。フェイススラブ下の支持材は CFRD の堤体材料を模したゴム地盤で代用することとした。本検討の解析は、2次元 FEM 解析(WCOMD²⁾)を用いて行った。

(1) ゴム地盤のバネ値、寸法の検討

ゴム地盤は簡易に弾性体要素でモデル化した。ゴム地盤の弾性係数はゴム材のテストピース試験結果を参考に再現解析を行うとともに、目標の堤体材料のバネ値(120,000 kN/m(単位面積あたり))になるようにゴム地盤の厚さと弾性係数を同定した。

(2) フェイススラブの鉛直継目のモデル化の検討

鉛直継目はジョイント要素を配置してモデル化し、図-1に示すように、圧縮時は剛性が大きく、引張やせん断剛性は小さく設定した。圧縮剛性 K_n は 23.5 GPa/m、せん断剛性 K_s は図-1のとおり 0.1 MPa と 0 MPa のケースを設定した。

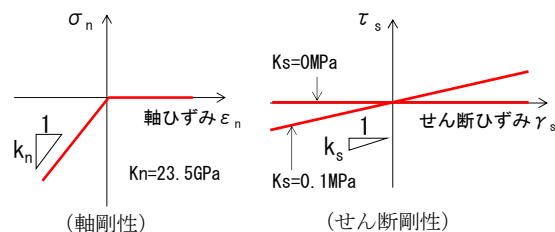


図-1 鉛直継目のモデル

(3) 載荷試験を対象とした解析モデルの作成

以上の検討結果を踏まえ作成した載荷試験の解析モデルを図-2に、解析物性値を表-1に示す。フェイススラブは RC 要素とかぶり部分の無筋要素で構成しており、配筋は RC 要素に鉄筋比として入力し、載荷試験の供試体の鉄筋比となるように考慮した。コンクリートの損傷は、分散ひび割れモデルによりひび割れの発生・進展を考慮する。

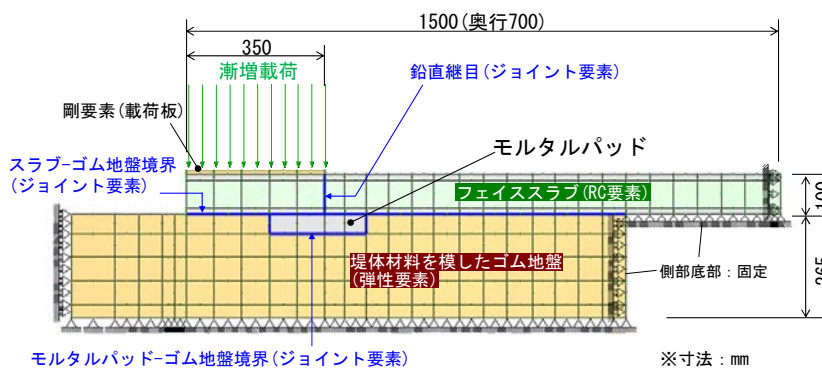


図-2 載荷試験の解析モデル

表-1 解析物性値

	部材厚 (mm)	弾性係数 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ポアソン比 (-)	鉄筋比 (%)
フェイススラブ	100	※内部計算	21	1.75	※内部計算	0.36
モルタルパッド	50	※内部計算	18	1.58	※内部計算	-
ゴム地盤	265	23	-	-	0.499	-

鉛直継目の下にはモルタルパッド(無筋要素)を設置した。また、フェイススラブとゴム地盤の境界およびモルタルパッドの境界にも過度な拘束を防ぐためジョイント要素を配置した。

キーワード：コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム(CFRD)、フェイススラブ、鉛直継目、FEM 解析

連絡先：〒532-0034 大阪府大阪市淀川区野中北一丁目 12 番 39 号(株)エイト日本技術開発 関西支社 防災保全部 耐震保全部
グループ TEL 06-6397-0762

3. 解析結果

ゴム地盤の剛性の大小と、鉛直継目のジョイント要素のせん断剛性の大小の影響に着目し、表-2の4ケースを解析した。

表-2 解析ケース

	ゴム地盤の剛性	鉛直継目のせん断剛性
ケース1	大: 弾性係数E=23MPa	小: $K_s=0.0$ MPa/m
ケース2	大: 弾性係数E=23MPa	大: $K_s=0.1$ MPa/m
ケース3	小: 弾性係数E=10MPa	小: $K_s=0.0$ MPa/m
ケース4	小: 弾性係数E=10MPa	大: $K_s=0.1$ MPa/m

(1) 荷重変位関係

各ケースの荷重変位関係を図-3、図-4に示す。解析はモルタルパッドが破壊した後も継続して荷重を載荷させている。モルタルパッドのひび割れ発生前後で荷重変位関係にわずかな変化があるが、基本的にゴム地盤のバネ値が支配的である。モルタルパッド破壊時の荷重はケース1で203kN、ケース2で247kNであった。

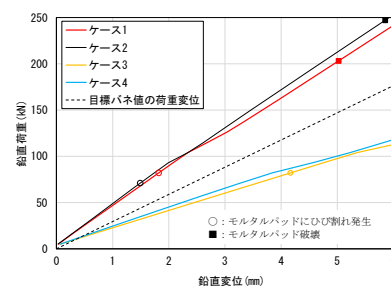
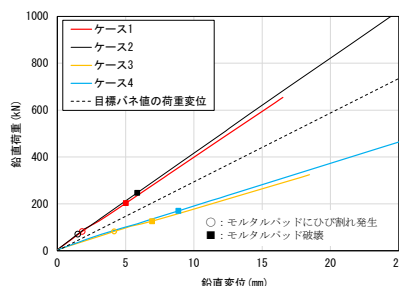


図-3 荷重変位関係(全体) 図-4 荷重変位関係(載荷初期を拡大表示)

(2) 損傷形態

紙面の都合よりケース1,2について述べる。ケース1は、図-5、図-6に示すように載荷位置下部のゴム地盤およびフェイススラブが徐々に沈下し、まずモルタルパッドの下面の鉛直継目がある位置にひび割れが発生した。ひび割れは荷重増加に伴いモルタルパッド上面まで達し、その後ひび割れ幅が拡大してモルタルパッドが引張破壊に至り、フェイススラブ自体は損傷しない結果となった。鉛直継目にはせん断変位が生じ、ひび割れ発生時に1.8mm、モルタルパッド破壊時には5.0mmの変位量が生じた。また、モルタルパッドが破壊した後、そのまま荷重を増加させると図-7のようにモルタルパッドが浮き上がり、フェイススラブを押し上げる挙動を示した。ケース2は、鉛直継目のせん断剛性を大きくしたため、図-8、図-9に示すように継目を介して固定側フェイススラブが載荷側の沈下に追随する挙動を示し、固定側のフェイススラブに軽度のひび割れが発生した。モルタルパッド破壊時の鉛直変位は5.9mmとなった。

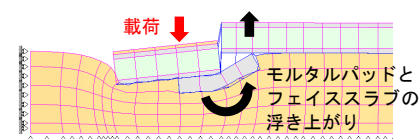


図-7 ケース1のモルタルパッドの挙動

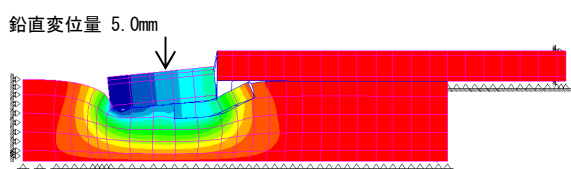


図-5 ケース1 鉛直変位分布(モルタルパッド破壊時)

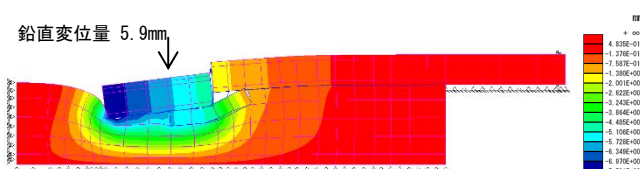


図-8 ケース2 鉛直変位分布(モルタルパッド破壊時)

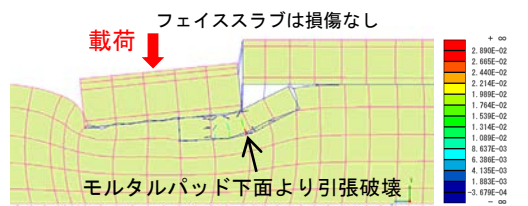


図-6 ケース1 引張ひずみ分布(モルタルパッド破壊時)

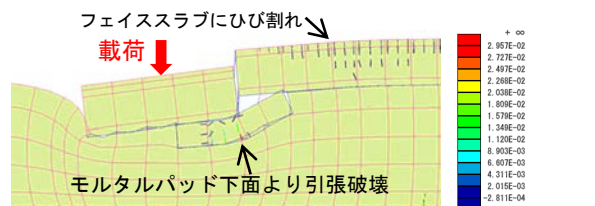


図-9 ケース2 引張ひずみ分布(モルタルパッド破壊時)

4. まとめ

CFRDの鉛直継目に着目したフェイススラブの載荷試験の実施にあたり、解析的に損傷形態や荷重変位関係を予測した。静的載荷に対して、鉛直継目直下のモルタルパッドの損傷が先行し、モルタルパッドがフェイススラブを押し上げる挙動を示すこと、鉛直継目のせん断剛性による挙動の違いが把握できた。なお、本研究は、大阪工業大学、株式会社熊谷組、株式会社エイト日本技術開発による共同研究の一環として行ったものである。

参考文献

- 1) 藤田, 平松, 藤本ら: コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダムの耐震性評価に関する基礎的研究(その1), (その2), (その3), 第74回土木学会年次学術講演会, I-325, I-326, I-327, 2019.
- 2) 岡村甫, 前川宏一: 鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則, 1991.