

コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム（CFRD）の耐震性評価に関する基礎的研究（その 6）
ー鉛直継目の破壊挙動に及ぼす圧縮応力の影響ー

大阪工業大学
熊谷組
エイト日本技術開発

正○藤本哲生
正 大越靖広 フェロー 佐藤英明
正 黒田修一 非 野谷正明 正 平松大周

1. はじめに 著者らは、コンクリート表面遮水壁型ロックフィルダム（CFRD）の耐震性評価手法の確立を目指し、鉛直継目をモデル化したフェイススラブ（以下、スラブと略記）の供試体に対する載荷試験やその予測解析を実施してきた¹⁾²⁾。そのうち、既報²⁾ではスラブの鉛直継目に圧縮応力が作用しない条件とし、80 m 級のダムの最深部の最大水圧に相当する荷重を載荷した場合の鉛直継目の挙動を確認した。その結果、鉛直継目の銅製止水板には切れ目等はみられず止水性は失われないものの、荷重の載荷に伴いモルタルパットが回転することによりスラブが載荷方向と反対側に変位する（浮き上がる）ことで鉛直継目に開きが生じ、銅製止水板に直接水圧が作用する可能性があることを明らかにした。ここで、実際の CFRD のスラブには自重や水圧の影響によって鉛直継目に圧縮応力が作用すると考えられる。

そこで、本報では CFRD のスラブの鉛直継目に圧縮応力を作用させた供試体に対する載荷試験を実施するとともに、既報²⁾の試験結果と併せて鉛直継目の破壊挙動に及ぼす圧縮応力の影響について検討した結果について述べる。

2. 載荷試験の概要 載荷試験の供試体（1500×700×100 mm）は、既報²⁾と同様に実物の CFRD を参考に 1/3 スケールで製作し、図-1 に示すように堤体材料を模したゴム地盤の上部に設置した。表-1 に、供試体の諸元を示す。なお、今回作製した No.1-2 および No.2-2 供試体は、既報²⁾の No.1 および No.2 供試体のうち損傷がみられなかった計測部のスラブを再利用して製作したものである。また、鉛直継目の圧縮応力は、既報³⁾の数値解析におけるスラブ上流斜面方向の平均軸力（約 3 MN）を断面積で除し、ポアソン比 $\nu=0.2$ を乗じて鉛直継目方向に分力した値（約 2 N/mm²）を参考とし、供試体長辺方向の両側面に設置した 2 本の PC 鋼棒（ $\phi 23$ mm）に 300 μ のひずみを導入することにより合計約 0.7 N/mm² を作用させた。そのうえで、反力床に固定したフレームから反力を取り、図-1 および写真-1 に示すスラブ（載荷部）全体をジャッキにより鉛直下向きに単調載荷を行い、その際の鉛直荷重および変位を計測した。

3. 載荷試験結果 図-2 に、No.1-2 および No.2-2 供試体の鉛直荷重と載荷部鉛直変位との関係を示す。ここで、載荷部鉛直変位については 2 箇所の計測値の平均変位を表しており、鉛直下向きを正值としている。なお、No.1-2 供試体については、載荷治具の都合により

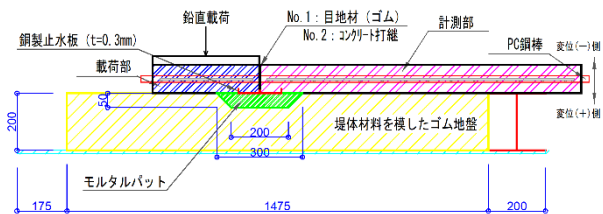


図-1 載荷試験の概要図

表-1 供試体の諸元

供試体 No.	軸方向鉄筋	コンクリート強度 (N/mm ²)	鉛直継目		備考
			継目材	圧縮応力 (N/mm ²)	
No.1	D6 (SD345) 8本	21	目地材 (ゴム)	0	既報 ²⁾
No.2			アスファルト乳剤	0.7	
No.1-2			目地材 (ゴム)		
No.2-2			アスファルト乳剤		

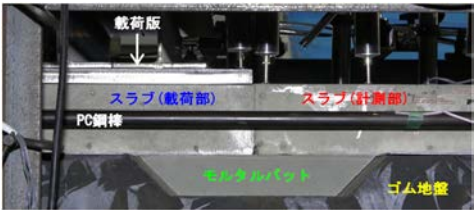


写真-1 載荷試験の状況

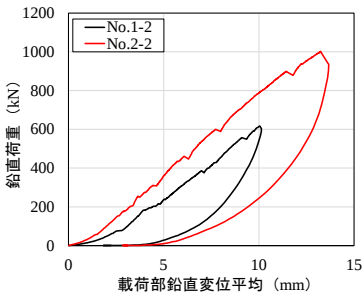


図-2 鉛直荷重と鉛直変位の関係（載荷部）

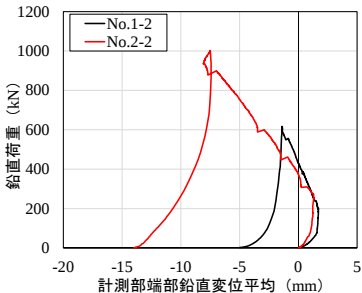


図-3 鉛直荷重と鉛直変位の関係（計測部鉛直継目側端部）

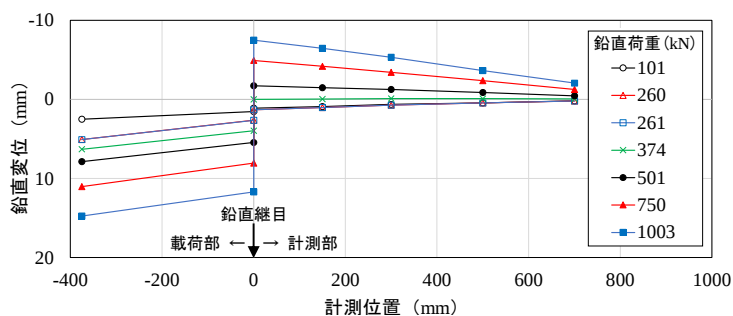


図-4 鉛直変位分布図 (No. 2-2 供試体)

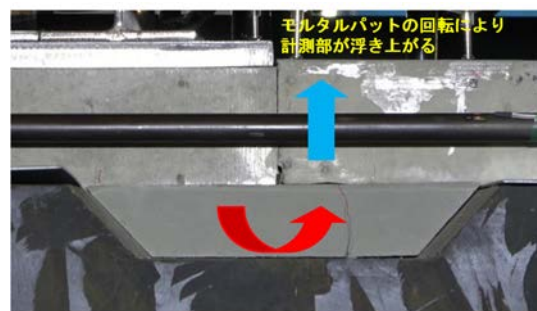


写真-2 モルタルパットの回転による計測部の上向き変位の状況 (No. 2-2 供試体)

鉛直荷重が 600 kN を超えた時点で試験を終了した。No.1-2 および No.2-2 供試体ともに、鉛直荷重の増加とともに載荷部鉛直変位も増加する傾向がみられ、その傾きは No.2-2 の方がわずかに大きくなっている。これは、No.2-2 の鉛直継目材がアスファルト乳剤であり、載荷部と計測部のスラブの縁が切れずに密着していたことから実質的な載荷面積が大きくなり、鉛直荷重の一部を計測部のスラブが分担したことが影響しているのではないかと考える。

次に、図-3 に、No.1-2 および No.2-2 供試体の鉛直荷重と計測部鉛直継目側端部の鉛直変位との関係を示す。なお、計測部鉛直継目側端部の鉛直変位についても 2 箇所の計測値の平均変位を表しており、鉛直下向きを正值としている。No.1-2 および No.2-2 供試体ともに、鉛直荷重が小さな領域では鉛直継目に働く摩擦力の影響により荷重の増加とともに計測部鉛直継目側端部の鉛直変位も増加する傾向がみられるが、鉛直荷重が 250 kN 程度以降は鉛直変位が減少に転じ、400 kN 程度以降は鉛直上向きの変位となっている。これは、No.2-2 供試体を例として詳述すると、図-4 に示す鉛直変位分布図より鉛直荷重が 260 kN までの領域では計測部は載荷部とともに鉛直下向きに変位するものの、それ以降は写真-2 に示すように鉛直継目を中心としてモルタルパットが反時計回りに回転し計測部が上へ押し上げられることで発生する挙動であり、鉛直荷重が 374 kN 以降は鉛直上向きの変位となっている。

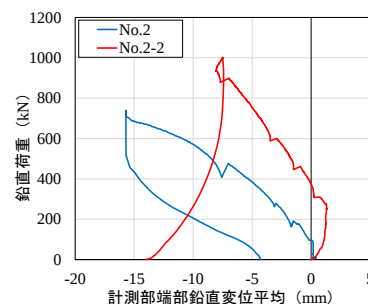


図-5 鉛直荷重と鉛直変位の関係に及ぼす鉛直継目の圧縮応力の影響 (計測部鉛直継目側端部)

最後に、鉛直継目の破壊挙動に及ぼす圧縮応力の影響について考察する。図-5 に、鉛直継目材をアスファルト乳剤とした No.2 および No.2-2 供試体の鉛直荷重と計測部鉛直継目側端部の鉛直変位との関係を示す。鉛直継目に作用する圧縮応力の有無によらず、前述したように鉛直荷重が小さな領域では荷重の増加とともに計測部鉛直継目側端部の鉛直変位も増加し、その後は鉛直荷重の増加に対して鉛直変位が減少する傾向がみられる。このうち、モルタルパットの回転により計測部鉛直継目側端部の鉛直変位が上向きとなる鉛直荷重は、鉛直継目に圧縮応力を作用させた No.2-2 供試体では 374 kN、圧縮応力を作用させない No.2 供試体では 96 kN であり約 3.9 倍の差がみられるほか、鉛直荷重の増加に伴う鉛直上向きの変位は No.2-2 供試体の方が No.2 供試体よりも小さくなっている。したがって、鉛直継目に約 0.7 N/mm² の圧縮応力を作用させた場合、圧縮応力を作用させない場合と比較して鉛直継目に働く摩擦力が増加することにより、モルタルパットの回転に伴う計測部の鉛直上向きの変位が低減されることが明らかになった。

4. まとめ 本報では、CFRD のスラブの鉛直継目に圧縮応力を作用させた供試体に対する載荷試験を実施するとともに、既報²⁾の試験結果と併せて鉛直継目の破壊挙動に及ぼす圧縮応力の影響について検討した。その結果、鉛直継目に約 0.7 N/mm² の圧縮応力を作用させた場合、圧縮応力を作用させない場合と比較して鉛直継目に働く摩擦力が増加することにより、モルタルパットの回転に伴う計測部の鉛直上向きの変位が低減されることを明らかにした。今後は、本報の知見をもとに、数値解析等により鉛直継目の破壊挙動に及ぼす圧縮応力の影響について精査したい。なお、本研究は、大阪工業大学、エイト日本技術開発および熊谷組による共同研究の一環として実施したものである。

参考文献 1) 平松ら：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 4)，第 77 回土木学会年次学術講演会講演概要集, III-402, 2022. 2) 大越ら：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 5)，第 77 回土木学会年次学術講演会講演概要集, III-403, 2022. 3) 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 3)，第 74 回土木学会年次学術講演会講演概要集, I-327, 2019.