

Ⅲ-A338

模型実験による重力ダム基礎岩盤における置換プラグ処理工法の検討

京都大学工学研究科 学生員 ○ 中島伸一郎
 京都大学工学研究科 正会員 足立紀尚・岸田 潔
 関西電力 正会員 伊豆好弘

1. はじめに

ダム基礎岩盤内の弱層に対する代表的な対策の一つとして、弱層を一定範囲除去してコンクリートで置換する置換コンクリートプラグ処理工法(以下、置換プラグ処理)が挙げられる。本研究では、置換プラグ処理が基礎岩盤の安定性に及ぼす影響を把握するため、重力ダムの上下流断面ミニチュアモデルを用いたダム模型載荷・破壊実験を行った。本稿では、載荷時の堤敷応力分布形状から、弱層が堤敷応力分布に及ぼす影響および置換プラグによる改良効果について考察する。

2. 実験概要

実験装置の全体図を図1に示す。鉛直方向、水平方向ともに3つのエアシリンダによって載荷する。このように、一方向の載荷を3分割することによって、実物ダムにおける自重および水压荷重を表現することを試みた。

堤体部はジュラルミン製で、高さ360mm幅300mmの四角形断面である。堤体底面には2方向ロードセル¹⁾(門型ロードセル:東京測器研究所製)を10個設置し、堤敷での垂直応力分布およびせん断応力分布を計測する。置換プラグは鉄製で、堤体部にボルトで固定される。堤体部およびプラグの物性を表1に示す。

堅岩部供試体は、石膏と珪藻土および水を2.0:1.0:3.0で配合して作成した。供試体は、打設後約72時間で脱型し、乾燥炉で7日間乾燥した後室温で自然冷却し、実験に用いた。供試体の物性は、一軸圧縮試験、直接せん断試験および圧裂試験により求めた。弱層部は、岩盤供試体内に幅30mmの隙間を設け、この隙間を弱層とした。堤体部と供試体はエポキシ樹脂系の接着剤(K120:コニシボン製)により接着した。基礎岩盤部の物性値を表1に示す。

計測項目は、各シリンダの載荷重、堤体変位、堤体底面における鉛直荷重およびせん断荷重分布、岩盤部側面のひずみ分布である。

載荷は図2のようなステップで行う。載荷荷重0の状態から、まず自重に相当する荷重を5段階で載荷する。この載荷状態を自重状態とする。つぎに、鉛直荷重は固定し、水压荷重に相当する荷重を5段階で載荷する。この荷重状態を満水状態とする。つづいて、H1およびH2荷重は固定し、H3荷重のみを20kgfずつ増加させていき、破壊するまで載荷する。

本稿では、ダム軸に平行で傾斜が垂直方向、幅が30mmの弱層がダム堤敷内に存在する場合を想定する。実験パターンを図3に示す。

3. 実験結果

3.1 弱層が存在する場合の堤敷応力分布

図4(a)は均一岩盤の満水状態での堤敷応力分布である。この図より、均一岩盤の場合は、垂直応力、せん断応力分布ともに直線分布を示すことが確認できる。図4(b)は下流弱層、図4(c)は中央弱層の

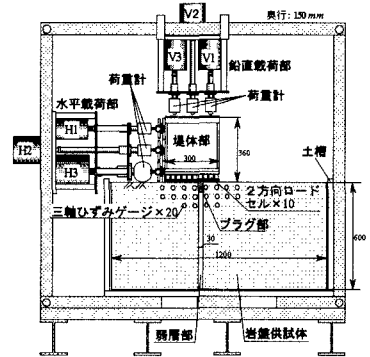


図1 実験装置全体図(単位:mm)

表1 模型各部の物性値

	材 料	弾性係数(E[Pa])	材料定数
堤体部	ジュラルミン	7.1×10^4	
プラグ	鉄	2.0×10^5	
堅岩部	石膏+珪藻土	1.3×10^3	$\alpha = 19.9 \text{ MPa}$, $\epsilon_0 = 0.46$ MPa , $\phi = 40.2^\circ$
弱層部	空白	0	$\epsilon_0 = 0.0 \text{ MPa}$, $\phi = 0^\circ$

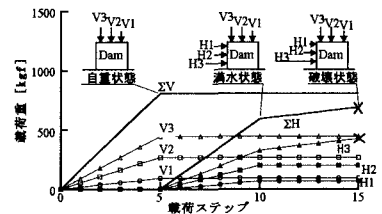


図2 載荷手順

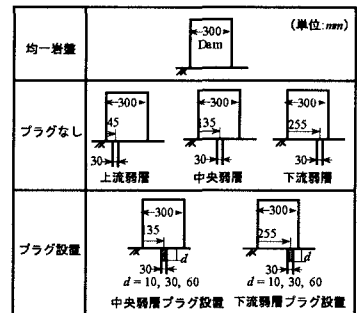
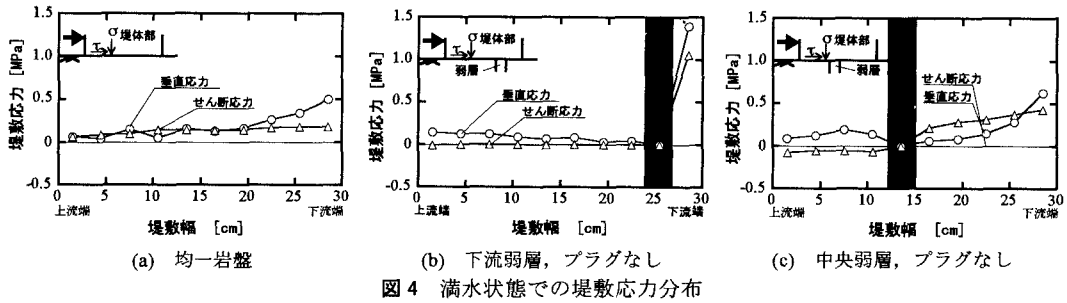


図3 実験パターン

キーワード ダム基礎岩盤, 置換プラグ処理, 模型実験, 弱層

606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻地盤工学講座地盤工学講座地盤工学分野
 Tel. 075-753-5106 Fax. 075-753-5104



場合の満水状態での堤敷応力分布である。ここで、下流弱層の実験では、満水状態になる以前に堤体下流端で局所破壊を生じており、図4(b)は破壊直前の応力分布を示している。図4(b)より、下流弱層の場合、下流端において応力集中が生じている。図4(c)より、中央弱層の場合のせん断応力分布は、弱層上流域では上流向きの、弱層下流域では下流向きのせん断応力が作用している。このせん断応力の符号の逆転は、弱層が存在する場合、弱層周辺岩盤が弱層方向へと変形するために生じるものと考えられる。

3.2 プラグを設置した場合の堤敷応力分布

図5は、下流弱層に対してプラグを設置した場合の満水状態での堤敷応力分布である。この図より、プラグなしの場合に下流端で生じていた応力集中が、プラグの設置によって解消されることが確認できる。これは、プラグなしの場合に下流端に作用していた集中荷重の一部をプラグ側面が分担するためであると考えられる。図6は、中央弱層に対してプラグを設置した場合の満水状態での堤敷応力分布である。図6(b)において、弱層上流域では、プラグなしの場合に生じていた負のせん断応力がプラグの設置によって正の方向に移動し、弱層下流域では、せん断応力の値がプラグの設置によって小さくなっている。これは、弱層部にプラグが設置されることによって、弱層周辺岩盤の弱層方向への変形が抑えられるためである。

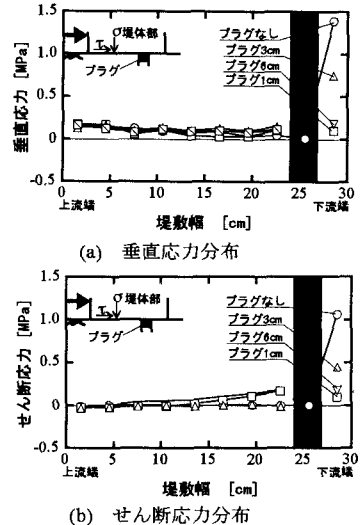


図5 プラグを設置した場合の堤敷応力分布 (下流弱層)

4. まとめ

実験の結果、弱層の存在が堤敷応力分布に大きな影響を与えることが確認された。特に、堤体下流端付近に弱層が存在する場合には、下流端に大きな応力集中が生じる。しかしながら、プラグを設置することによって、応力集中が解消され、プラグの荷重伝達機構としての機能が確認された。

置換プラグの効果としては、プラグを設置することによって荷重を伝達する面積が拡大する効果 (接地面積の増大効果) と、弱層部に剛性の高いプラグが挿入されることによって弱層周辺岩盤の弱層方向への変形が抑えられる効果の二つがある。すなわち、プラグの剛性が小さくとも、面積が大きくなれば効果は上昇し、プラグ深さが浅くとも、剛性が高ければ同じく効果は上がる。実際のダム設計では、堤体内部の引張応力とせん断摩擦安全率からプラグ深さを決定する必要があるが、荷重伝達および変形抑制の両機能としてのプラグの効果を期待している。

参考文献

- 1) 谷 和夫・龍岡 文夫: 砂地盤上の帯基礎の底面の摩擦角測定に用いるロードセルの試作とその特性について、第40回土木学会年次学術講演会講演集, pp. 775-776, 1985

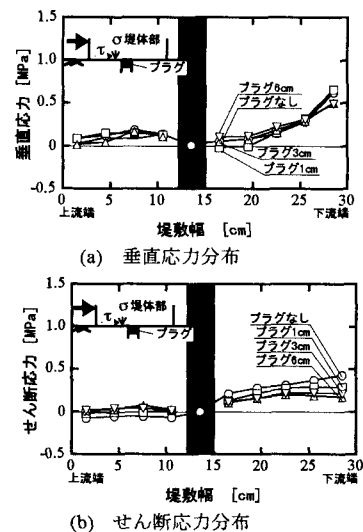


図6 プラグを設置した場合の堤敷応力分布 (中央弱層)