

岩盤崩落の遠心実験に関する模型縮尺の影響

(独)寒地土木研究所 正会員 表 真也 日下部祐基
 (独)寒地土木研究所 正会員 石川 博之 伊東 佳彦
 豊橋技術科学大学 正会員 三浦 均也

1. はじめに

北海道では、1996年の豊浜トンネル崩落事故以降も大規模岩盤崩落が発生しており、国民の生命・財産を脅かすとともに道路トンネルなどの公共構造物に多大な被害を与えている。著者らは大規模岩盤崩落に関連する亀裂進展の機構を明らかにするために、一連の遠心力模型実験を実施¹⁾²⁾してきた。今回は、研究成果をもとに遠心力模型実験を用いた岩盤斜面の安全率評価法を提案³⁾した。ここでは、安全率評価法に用いる遠心模型について、破壊加速度に対する相似則を検証するために、模型縮尺の違いが実験結果に与える影響を調査(modeling of models)したので報告する。

2. 実験概要

本研究で用いた遠心力載荷装置は、前回の報告で用いたものと同様である。

遠心力模型実験は、表-1に示すように供試体サイズとして一辺が300, 450, 600mmの立方体を各2供試体の計6ケースについて実験を行った。各模型縮尺は、一辺が300mmの供試体を基準にすると、1.5倍と2.0倍の実験条件としている。供試体には、既存亀裂とした切欠きを塩ビ板で作成して配置した。供試体の材質は、目標強度等を設定して配合したセメントモルタルである。目標圧縮強度を20.0N/mm²として、セメント材料は高炉セメントB種、セメント砂比=1:4、水セメント比=0.65で配合した。実験後、供試体からコア試料を採取して一軸圧縮試験、圧裂引張試験および1供試体で三軸圧縮試験を実施し、供試体の力学特性を求めた。図-1に模型実験概念図を示す。

遠心力模型実験は、制御パネルおよびパソコンのモニターを確認しながら、基本的に遠心加速度を所定の値まで5~10g(想定破壊加速度の70%まで10g

表-1 実験ケース

実験番号	供試体サイズ L (mm)	亀裂進展長 X (mm)	縮尺
S-1	300	120	1.0
S-2			
S-3	450	180	1.5
S-4			
S-5	600	240	2.0
S-6			

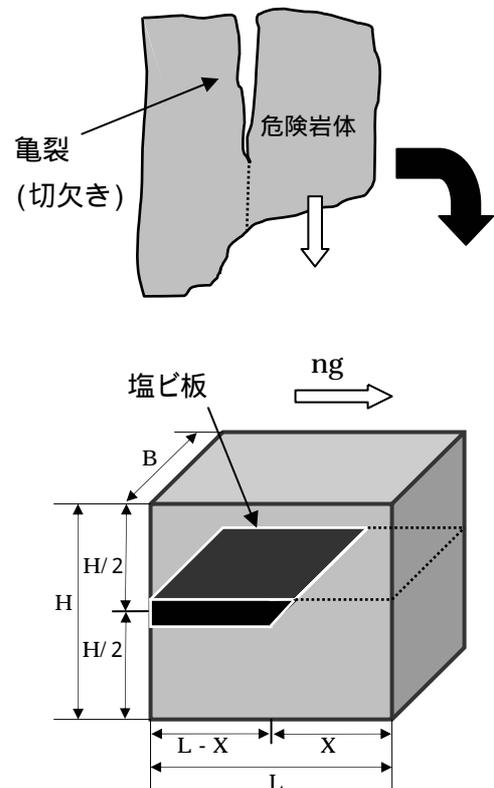


図-1 模型実験概念図

ステップ、以後5gステップ)のステップで徐々に増加させ、ひずみの増加傾向等を観察した。ひずみ値が急変した場合は載荷加速度を一定に保ち、ひずみがクリープ的に増加していないことを確認後、次の加速度段階に移した。

キーワード 岩盤、斜面、遠心力模型実験、安全率評価法、相似則

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 (独)寒地土木研究所 TEL011-841-1698

表 - 2 実験結果

実験番号	供試体サイズ (mm)	破壊加速度実測値 nf(g)	破壊加速度実測値 (重心補正) nf(g)	破壊加速度計算値 nf(g)	実験後抜き取り試料							
					湿潤密度 t (g/cm ³)	一軸圧縮強度 c (N/mm ²)	破壊ひずみ f (%)	静弾性係数 E _{50s} (N/mm ²)	ポアソン比	引張強度 t (N/mm ²)	強度定数	
											C _{uu} (N/mm ²)	φ _{uu} (度)
S-1	300	80	75	67	2.256	24.3	0.24	1.61 × 10 ⁴	0.224	2.10	--	--
S-2	300	80	75	73	2.227	26.8	0.29	1.50 × 10 ⁴	0.230	2.24	--	--
S-3	450	37	34	36	2.162	19.5	0.30	1.07 × 10 ⁴	0.208	1.62	--	--
S-4	450	48	44	39	2.201	20.5	0.17	1.78 × 10 ⁴	0.240	1.78	--	--
S-5	600	32	29	28	2.206	18.3	0.16	2.21 × 10 ⁴	0.196	1.69	4.33	35.0
S-6	600	31	28	26	2.211	17.4	0.31	9.86 × 10 ³	0.190	1.61	--	--

3. 実験結果と考察

表-2 には各実験ケースの破壊加速度と供試体の力学特性を示す。実験の主目的である遠心力模型実験の相似則の検証⁴⁾としては、模型のサイズを変えた実験結果を理論計算値と比較することにより調査した。図-2 に破壊加速度の計算値と実測値の関係を示す。計算破壊加速度は以下に示す曲げモーメントによる引張破壊を仮定した極限つりあい式(3)を用いて求めた。

計算破壊加速度と実測破壊加速度との関係は供試体に作用する遠心加速度を考慮し遠心模型の重心補正を行った。(遠心载荷装置の有効最大半径 3.5m)

これにより実測破壊加速度を理論計算値に近づけることができた。模型縮尺を変化させても実測値と計算値にはよい一致がみられたことから、岩盤崩落に関する遠心力模型実験は、相似則を満たしていることが推察される。

$$\text{起動モーメント } M_d = \frac{LH^2B}{8} \gamma_t N_f \dots\dots(1)$$

$$\text{抵抗モーメント } M_t = \frac{x^2B}{6} \sigma_t \dots\dots(2)$$

$$\text{破壊加速度 } N_f = \frac{x^2B}{6} \cdot \frac{8}{LH^2B} \cdot \frac{\sigma_t}{\gamma_t} \dots\dots(3)$$

L: 供試体長(m) H: 供試体高(m) B: 供試体幅(m)
 x: 亀裂進展長(m) N_f: 破壊時遠心加速度(g)
 σ_t: 引張り強度(N/m²) γ_t: 単位体積重量(N/m³)
 (L = H = B)(図-1 参照)

4. まとめ

遠心模型の縮尺が異なっても実測破壊加速度の重

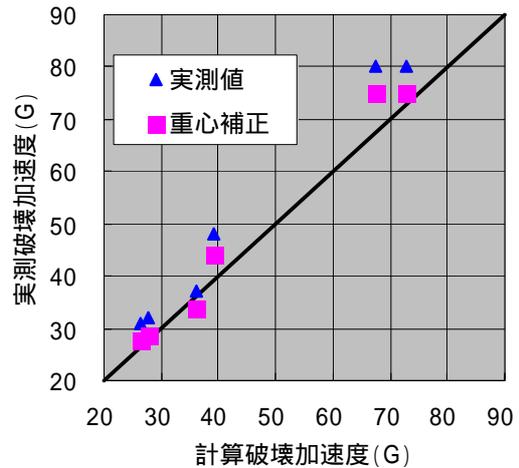


図 - 2 破壊加速度の計算値と実測値

心位置を補正することで破壊加速度と理論計算値により一致がみられたことから、岩盤崩落の遠心力模型実験は相似則を満たすことが推察された。

参考文献

- 1) 日下部祐基・池田憲二・渡邊一悟・三浦均也(2002): 切欠きを有する岩盤の遠心力場における崩落実験, 地盤工学会, 第47回地盤工学会シンポジウム論文集, pp.327-334.
- 2) 日下部祐基・三浦均也・石川博之・伊東佳彦・國松博一(2005): 切欠きを有する三次元岩盤の遠心力場における崩落実験, 地盤工学会, 第50回地盤工学会シンポジウム論文集, pp.355-362.
- 3) 日下部祐基・三浦均也・伊東佳彦・石川博之・國松博一(2006): 遠心力模型実験による岩盤斜面の安全率評価法に関する研究, 第41回地盤工学研究発表会, pp.1989-1990.
- 4) 高田直俊・日下部治(1987): 講座遠心模型実験 3.原理, 地盤工学会, 土と基礎 35-12, pp.89-94