

遠心力模型実験によるトンネル切羽の安定性評価

建設省土木研究所 正 真下 英人
建設省土木研究所 正 猪熊 明
日本国土開発（株） 奥津 一俊

1. はじめに

山岳トンネル工法によりトンネルを掘削する場合には、切羽の安定性の確保が重要であり、切羽の安定性を簡単に評価する方法の確立が望まれている。このため、筆者らは切羽が崩壊するときの地山条件や切羽の崩壊メカニズムを明らかにすることを目的として1gの重力場での模型実験¹⁾を実施してきた。本報では、応力場の高い場合の切羽安定実験として実施した遠心力載荷模型実験及び安定解析結果について報告する。

2. 模型実験

1) 実験方法 図-1に実験装置の概要を示す。実験には寸法が140×500×400(mm)で前面が透明なアクリル板の砂箱を使用しており、砂箱にはアクリル製の半円筒と切羽を押さえる半円形の押さえ板からなる径D=80mmのトンネル模型が設置されている。実験はトンネル模型を埋め込んで作成した模型地盤を遠心力載荷し、所定の遠心加速度に達した段階でトンネル模型の押さえ板を引き抜いて切羽での応力解放を行い、その際の切羽の安定状態を調べた。なお、トンネル先端に素掘部分を設けるため押さえ板を半円筒から0.1Dだけ地山側に出した状態でトンネル模型を設置した。実験条件は、地盤材料として表-1に示す物性値を持つ豊浦標準砂と洪積世の相模層群から採取した砂（相模砂）の2種類を使用し、それぞれについて土被り比H/Dを1,2,3と変化させた。

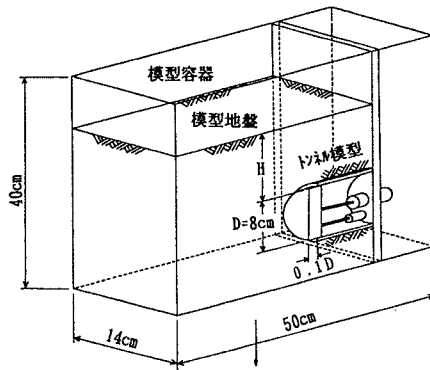


図-1 実験装置概要図
表-1 模型地盤の物性値

	標準砂	相模砂
単位体積重量 γ (gf/cm ³)	1.58	1.54
含水比 w (%)	10.8	10.8
粘着力 C_d (gf/cm ²) *	5.8	11.6
内部摩擦角 ϕ_d (deg) *	33.5	24.2

* C_d , ϕ_d は一面せん断試験（垂直応力 $\sigma = 30 \sim 150 \text{ gf/cm}^2$ ）により算定

2) 実験結果 図-2は、土被り比が3の標準砂の場合の、応力解放により発生した切羽の崩壊状況をトンネル中央部について示したものである。本ケースでは切羽前方0.2D程度まで崩壊が発生しているのが認められるが、今回の実験では土被り比、地盤材料にかかわらず切羽の崩壊は切羽前方概ね0.2～0.3Dの範囲に発生することが確認された。また、この結果は1gの重力場での実験結果とも比較的一致している。図-3は、各実験ケースのトンネル径を実物寸法に換算し、各土被り比に対してトンネル径と切羽の安定状態を示したものである。切羽が崩壊する時のトンネル径は相模砂の方が標準砂の約2.3倍となっているが、地山材料が同一であれば今回実験を行った土被り比が1以上の範囲では切羽が崩壊するトンネル径は土被り比にかかわらずほぼ同一であることがわかる。

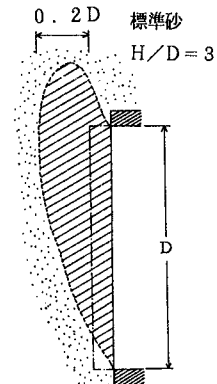


図-2 切羽の崩壊形状

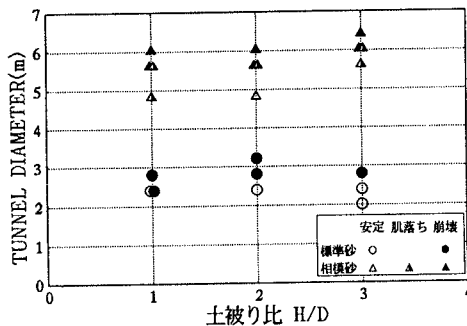


図-3 トンネル径と切羽の安定状況

図-4は、切羽の安定に必要な

