

VII-15 トンネルズリのすり減り特性に関する基礎的研究

土佐市 正会員
(社)高知高専テクノフェロー フェロー
(株)西日本科学技術研究所
高知県中村土木事務所

○和田 梓
多賀谷宏三
野村史江 福永泰久
坂本裕之 武内和彦

1. はじめに

我が国の河川は河床低下の問題に直面している。原因としては、①上流からの供給土砂量の減少、②中下流部からの大量の砂利採取などが挙げられる。河床低下に対し、河床材料を自然の力で補給するのは困難な状況にあり、河床材料を人工的に補給する試みが成されている。本研究は、河床材料としてトンネル工事から発生する最大粒径 300mm 程度のズリを補給することにより、河床変動抑制及びズリの有効利用を図るために行う。そのため、補給ズリの移動特性及び補給ズリ自体の転動（自転型）、また固定河床材料への他の転動河床材料の衝突・擦り（外力型）によるすり減り特性、すり減ったズリの生態学的特性などを把握する必要がある。ここでは自転型ズリのすり減り特性実験を行ったので報告する。

2. トンネルズリのすり減り特性実験

2.1 実験装置及び実験方法

実験装置は、2種類のコンクリートミキサーを改造して用いた。小型実験装置（直径 744mm）は、ミキサーを回転させることにより、実験材料同士及びミキサー内面との摺り合わせですり減りさせる実験に用いた。また、大型実験装置（直径 1130mm）は、河床材料として四万十川より採取した四万十帯砂岩の玉石をミキサー内面に貼り付け河床を再現した。実験材料をこの中に入れ、ミキサーを回転させることにより、実験材料同士及び貼り付けた玉石との擦り合わせにより実験材料をすり減りさせる実験に用いた。実験は、実験材料の重量及び粒径（長径・中径・短径）を測定し、実験装置で一定の速度で回転させた。所要の回転終了後 10mm ふるいでふるい、残留した実験材料の重量及び粒径を測定した。その際、10mm 以下の細粒分は河床低下抑制及び生態系保全上は有効に働かないものとし、カウントしなかった。

2.2 実験材料

四万十川付近で発生したトンネルズリ（四万十帯砂岩）及び大坂山硬質蛇紋岩を使用した。指標となる材料特性としては、強度、硬度などが考えられるが、ここではシュミットハンマーによる強度を用いることとした。図 1 に強度試験結果を示す。四万十帯砂岩の強度は 75N/mm^2 、硬質蛇紋岩の強度は 50N/mm^2 と推定した。

2.3 実験ケース

表 1 に示すように、実験は岩石の種類（強度）、水の有無（大型実験は水有りのケースのみ）を変化させた。

2.4 実験結果及び考察

1) すり減り率及び移動距離の定義

すり減り率は、元の重量に対するすり減った量の割合と定義した。また、実験材料のすり減りの仕方には、実験装置内の下部から回転方向に持ち上げられ、ある高さに達するとミキサー内面に沿って落下しながらすり

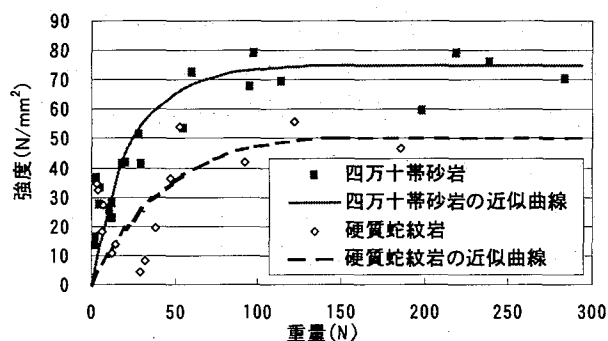


図 1 実験材料の強度

表 1 実験ケース

実験材料	強度	小型実験装置		大型実験装置 (水有り)
		水有り	水無し	
四万十帯砂岩	大 (75N/mm^2)	○ ケース1	○ ケース3	○ ケース4
硬質蛇紋岩	小 (50N/mm^2)	○ ケース2	—	—

減るタイプ（小型・大型実験装置）と一ヶ所で回転しながらすり減るタイプ（大型実験装置のみ）があった。そのため、1回転あたりの移動距離は各実験装置における平均的な動きを元に算出し、回転数を乗じることににより総移動距離とした。なお、重量については浮力を考慮した水中有効重量及び体積すり減り率が考えられるが、本質的に空中重量と同じ値を示すので、ここでは空中重量をベースとした。

2) 粒径加積曲線における粒径の変化

図2に50%粒径の変化率と移動距離の関係を示す。①水による蛇行・転動により、水有りのケースでは、粒径加積曲線及び50%粒径の変化が大きいの。②実験中の観察より、四万十帯砂岩の方が割れやすい傾向を示した。

3) すり減り率と移動距離の関係

図3にすり減り率と移動距離の関係を示す。①全体的に移動距離の増加に伴い、すり減り率は増加する。②すり減り率は、14kmの移動距離に対し、四万十帯砂岩、硬質蛇紋岩とも10%前後である。③すり減り率は四万十帯砂岩の方が小さいが、50%粒径の変化は硬質蛇紋岩の方が小さかった。この傾向は強度の傾向と相反しているが、扁平な形（四万十帯砂岩）よりも球に近い形（硬質蛇紋岩）の方がすり減りに対し有利であると考えられる。④今回の実験結果とロサンゼルスすり減り実験結果とを比べると、後者の方がすり減り率の増加率大きい。⑤実験材料が河床材料の間に挟まり持ち上げられた後落下し、衝撃的にすり減ることと水が有ることによる蛇行効果により、大型実験ではすり減り率大きい。

4) すり減り率と実験材料の重量との関係

①ロサンゼルスすり減り実験では、重量増加に伴い、すり減り率は漸減する。②今回の実験では、重量に対するすり減り率の変化は顕著でない。

5) すり減り率と実験材料の強度との関係

図4に14km移動後のすり減り率と実験材料の強度の関係を示す。①実験材料の強度が大きくなると、すり減り率は小さくなる傾向を示す。②実験材料の材料特性としてシュミットハンマーによる強度に着目したが、材料の硬度、亀裂性なども大きな要因であると考えられる。

3. まとめ

以上より、①14kmの移動距離で10%前後のすり減り率が得られる。②実験材料の強度増加に伴い、すり減り率は減少する。③実験材料の材料的には、強度、硬度、亀裂などの材質がすり減り率を左右すると思われるが、河床材料との接触形態及び流体力学的観点より、その形状（扁平性、丸さなど）も重要な要素であると考えられる。今後の課題として、実現現象の解明と共に実際の施工法の確立を図る必要がある。

参考文献

- 1) 和田梓ほか、トンネルズリを利用した河床変動抑制に関する基礎的研究，土木学会四国支部第10回技術研究発表会講演概要集，(2004)，pp.390-391。

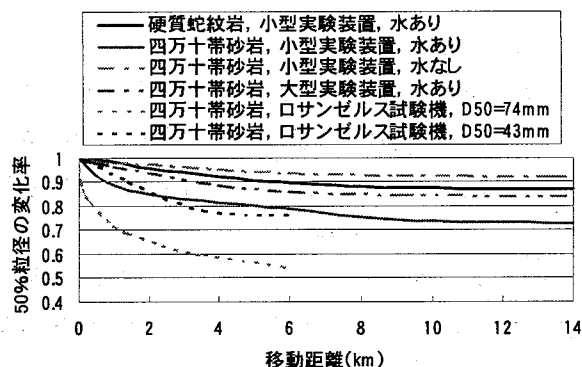


図2 50%粒径の変化率－移動距離の関係

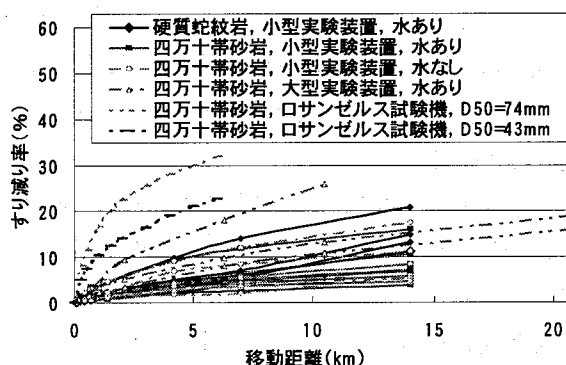


図3 すり減り率－移動距離の関係

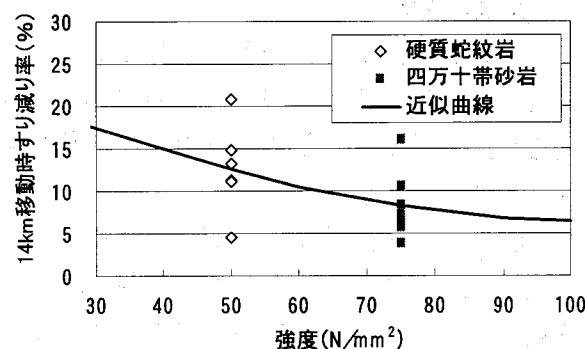


図4 すり減り率－強度の関係