

砂礫地盤におけるカッタービットの摩耗量の評価試験について

(株)大林組 正会員 ○星野 智紀 正会員 服部 鋭啓 正会員 羽鳥 哲夫
九州大学 浦田 築 正会員 島田 英樹 正会員 笹岡 孝司

1. はじめに

都市部のインフラ整備で多用されているシールド工法において、近年の掘進技術の向上に伴い、長距離施工などの難条件下での施工が増えつつある。その中で、砂礫地盤を対象としたシールドにおいて、カッタービット(以下、ビット)の摩耗が施工性や経済性に大きな影響を与えている。そのため、ビットの摩耗量を推定する研究は過去に行なわれているが、その多くが岩石の摩耗能の評価を行なう Cerchar 摩耗試験に代表される、ビットの摩耗量の推定に関する研究であり、砂礫地盤における礫の特性や礫含有率がビットの摩耗に与える影響に関する研究は少ない。そのため、実地盤における礫の特性や礫含有率などが評価されていないため、砂礫地盤におけるビットの摩耗を定量的に評価できる方法を検討する必要がある。そこで、本研究では、砂礫地盤を再現した供試体を作成し、新たに考えた旋盤試験を用い、その試験の特徴を検証した。

2. 試験概要

本研究で用いた旋盤試験の概略を図1に示す。旋盤試験は、砂礫地盤を復元した直径 50mm、長さ 100mm の供試体を作成し、供試体上方側面に重錘で押しつけながら回転させ、ビットの質量減少量から旋盤摩耗係数 (mg/m) を指標として求める試験である。なお、ビットの材質には SKC24 を用いた。供試体には、礫として力学的特性の異なる砂岩、安山岩、花崗岩を用いた(表 1)。また、礫含有率を 0%、25%、50%、75% とし、さらに礫粒径を 5~10mm、10~15mm、15~20mm、に分類した。礫を結合させる材料として、セメントペーストおよび珪砂を用いた。これらあわせて 72 ケースについて旋盤試験を実施した(表 2)。

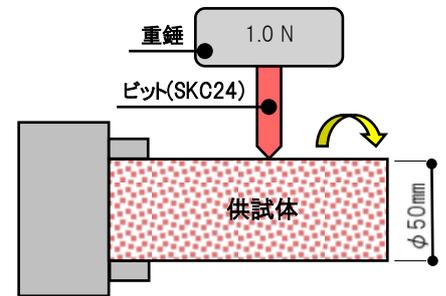


図1 旋盤試験概略図



写真1 供試体(φ50×100)

表 1 供試体の種類

礫種	一軸圧縮強度 (MPa)	石英含有率 (%)
砂岩	27.6	21.4
安山岩	48.1	6.3
花崗岩	62.9	46.9

表 2 各礫種の物性試験結果

項目	パラメータ
岩種	砂岩, 安山岩, 花崗岩
礫含有率	0%, 25%, 50%, 75%
礫の粒径	0~10 mm, 10~15 mm, 15~20 mm
結合材	セメント(1:2), セメント+珪砂(25%)

3. 試験結果

(1) 礫含有率・切削速度による影響

切削速度がビットの摩耗に及ぼす影響について把握するため、旋盤試験において供試体の回転速度を 72rpm から 108rpm、144rpm と変えた試験を行った。この試験結果を図2に示す。各種とも礫の含有率が增加すると摩耗量が増加して

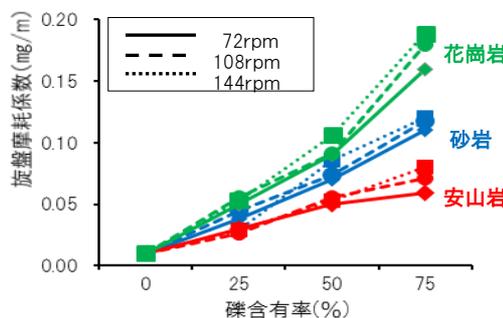


図2 回転速度と摩耗量

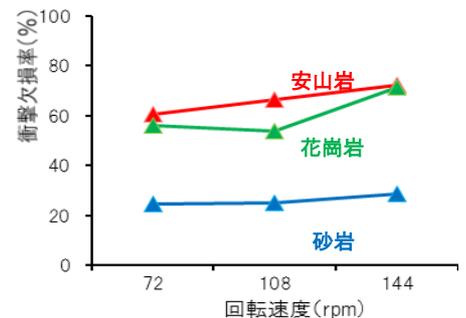


図3 衝撃欠損率(礫含有率 75%)

いる。また、回転速度の増大に伴いビットの摩耗量が増大し、特に安山岩および花崗岩では礫含有率 50%以上になるとその増加率もより顕著になっている。しかし、回転速度が摩耗量に与える影響は礫の含有量に比べ小さいと言

キーワード シールド工法, ビット摩耗, 旋盤試験

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL: 03-5769-1318

える。また、**図 3** に各礫種の衝撃欠損率を示す。ここで、衝撃欠損率とは、ビット先端の摩耗体積に対し、欠損(カケ)に伴うビット先端の摩耗量の比率である。これによると一軸圧縮強度の高い安山岩および花崗岩で衝撃欠損率が大きかった。また、回転速度の増大に伴い、衝撃欠損率の増大が認められる。岩石による摩耗を対象とした Cerchar 摩耗試験では切削速度の影響を把握することはできなかった³⁾が、旋盤試験を実施することにより切削速度の影響を把握することができた。

(2) 礫粒径および石英の影響

強度が比較的高く、石英の含有率が異なる花崗岩および安山岩を用い旋盤試験を行った。その旋盤試験の結果を、礫粒径別に**図 4**~**図 6** に示す。これによると、花崗岩の場合、粒径が小さいほどビットの摩耗量が大きくなっている。安山岩の場合、花崗岩のように粒径による摩耗量の差は見られなかった。また、結合材に珪砂を混入した試料は珪砂を混入しなかった供試体に比べて、礫粒径に拘わらずビットの旋盤摩耗係数が大きくなっている。**図 7** に結合材のみによる摩耗量を示す。これによると礫含有率が小さいほど、粒径が小さいほど結合材が摩耗量に及ぼす影響が大きくなる。さらに、**図 8** に花崗岩と安山岩の摩耗量の差を示す。花崗岩と安山岩は比較的強度が同じであるが、石英の含有量が大きく異なる。そこで、花崗岩と安山岩の摩耗量の差を、石英の影響と考えると礫含有率が増加するにつれて石英による影響は大きくなる。また粒径が小さいほど石英の影響が大きい。すなわち、旋盤試験は、礫粒径の影響および結合材の影響も評価できるといえる。

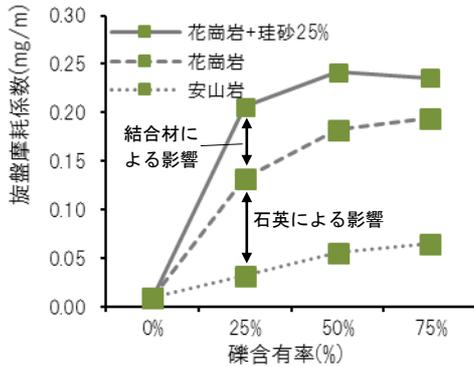


図 4 旋盤摩耗係数 (礫粒径 5~10 mm)

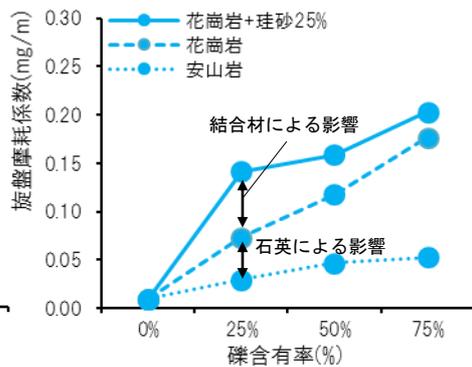


図 5 旋盤摩耗係数 (礫粒径 10~15 mm)

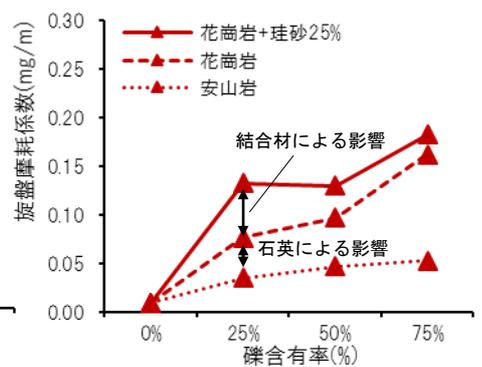


図 6 旋盤摩耗係数 (礫粒径 15~20 mm)

4. おわりに

今回行った旋盤試験において、同試験は以下の影響を評価することができる。

- ・ 切削速度による摩耗への影響
- ・ 礫の粒径による摩耗への影響
- ・ 結合材による摩耗への影響
- ・ 石英含有率の摩耗への影響

以上のように Cerchar 摩耗試験では評価できなかった砂礫地盤の

各要素を旋盤試験を行うことによって影響を評価できることが明らかになった。今後、旋盤試験を用いて、実施工における摩耗量を定量的に評価する方法について検討していく予定である。

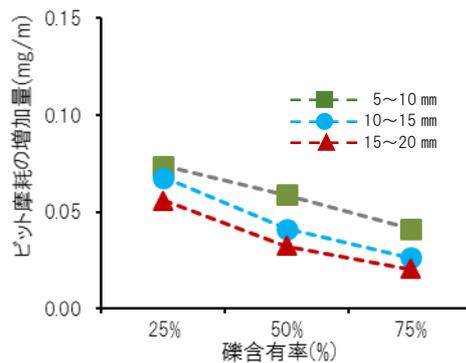


図 7 結合材の影響

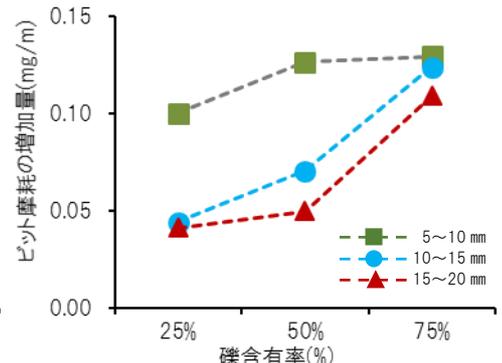


図 8 石英の影響

(参考文献)

- 1) 山元寛哲 他 : 硬質砂礫地盤におけるシールドカッタービットの摩耗予測に関する基礎的研究, 土木学会学術講演会, 2015
- 2) 大前慶恵 他 : 砂礫地盤におけるシールドカッタービットの摩耗予測に関する研究, 土木学会学術講演会, 2016
- 3) 星野智紀 他 : 地盤の礫の特性および礫含有率がカッタービット摩耗量に及ぼす影響に関する研究, 土木学会学術講演会, 2017