

模擬地盤供試体を用いた切削実験によるカッタビットの荷重評価に関する研究

|           |      |        |        |       |        |       |
|-----------|------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 呉工業高等専門学校 | 学生会員 | ○中井 陸人 | フェロー会員 | 重松 尚久 | 学生会員   | 森田 和也 |
| 株式会社丸和技研  |      |        | 正会員    | 佐々木 誠 | 非会員    | 嘉屋 文康 |
| 大成建設株式会社  |      |        |        |       | フェロー会員 | 森田 泰司 |

## 1. はじめに

シールド工法に使用されるシールドマシンには、カッタビット（以後、ビットと呼ぶ）が前面部に配置されており、それが地盤を掘削している。現在、シールド工法は長距離掘進や玉石・礫混じり地盤での施工例が増大しており、そのような施工環境下においては、ビットが施工中に地盤内の礫との接触によって、超硬チップ（以後、チップと呼ぶ）が破損し、切削能力の低下を引き起こす。このような状況に対応するために、ビットの長寿命化を目指して、多層チップビットやチップの新材種選定の開発を行ってきており、ビットの評価のために各種実験を行ってきた。その中、チップの摩耗と割れ・欠けに着目してきたが、現状、チップの割れ・欠けを再現する実験ができていない。そこで本研究では、超硬メーカーが規定しているチップの中から硬さが異なる5つを抽出し、トンネル掘削時の地盤の状況を再現した模擬供試体を用いたビットの切削実験を行い、垂直力とトルクによる評価を行った。

①荷重制御用油圧シリンダ  
②ロードセル  
③ビット  
④供試体  
⑤ターンテーブル

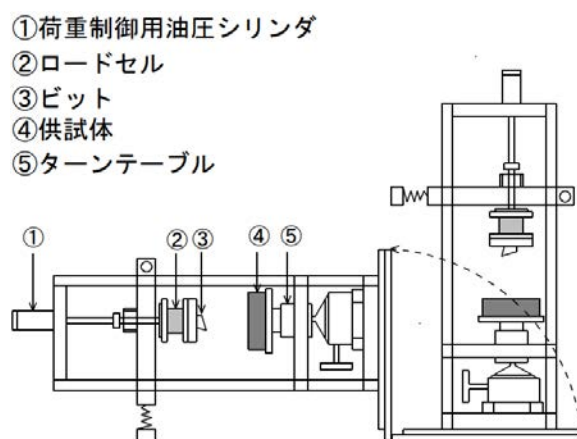


図1 実験装置概要図

## 2. 実験装置

図 1 に実験装置概要図を示す。ターンテーブルを 2 rpm で回転させるためのモーター、垂直力とトルクを測定するロードセルと、荷重を制御できる油圧シリンダーが付いている。ビット取付治具は、六角穴付ボルトによってロードセルと固定する。なお、実験装置は幅 1370 mm、奥行き 1100 mm の鋼板の上に乗っており、切削殻を効率よく排除するため実験装置を 90 度横転して実験を行った。

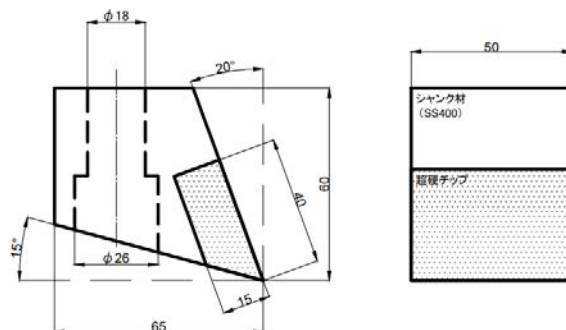


図2 ビット概要図

### 3. 実験用チップと供試体

図 2 にビット概要図を示す。表 1 にチップの性質を示す。実験ケースは、チップの硬さが異なる 5 種類とし、各ケースのビットは 4 体とした。

供試体は、全体の 1/8 の大きさの花崗岩を入れた型枠にモルタルを打設して一体化させることで、礫を含む地盤内を掘削するビットに近い状況を再現した。モルタルを同じ配合設計で 2 回に分けて打設したため、圧縮強度 $\sigma_{28}$  が  $32.8\text{N/mm}^2$  と  $47.0\text{N/mm}^2$  とばらつきが生じた。

表 1 実験用チップの性質

| CASE   | 硬さ HRA |
|--------|--------|
| CASE-1 | 91.5   |
| CASE-2 | 90.0   |

表1 実験用チップの性質

| CASE   | 硬さ HRA |
|--------|--------|
| CASE-1 | 91.5   |
| CASE-2 | 90.0   |
| CASE-3 | 88.0   |
| CASE-4 | 86.5   |
| CASE-5 | 83.0   |

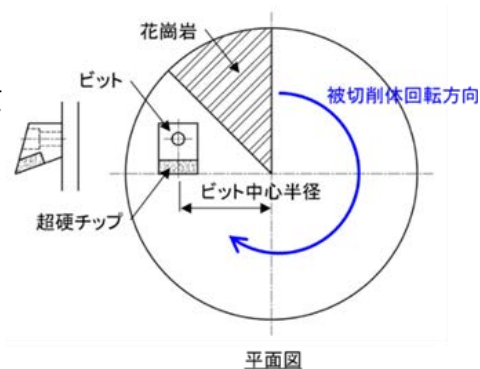


図3 実験装置の配置図

図 3 に実験中のビットと供試体の平面図を示す。はじめに、供試体の表面を均すために

キーワード カッタビット，超硬チップ，割れ欠け，材種，シールドマシン，花崗岩  
連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2丁目2-11 環境都市工学分野 重松研究室 TEL0823-73-8480

1.83kN の力で予備掘を行い、目視で確認できる程度の溝を作製した。予備掘の際は、実験装置を横転せず行った。実験準備完了後、実験を行うビットに交換し、供試体に 0.93kN の力でビットを押し当て、2rpm の速さで、30 周切削を行った。なお、実験開始点は花崗岩からモルタルに切削点が変わる点である。実験装置に設置したロードセルによって、垂直力、トルクを、変位計によって変位の推移を測定した。また、チップには、軸が縦・横・斜めに配置された 3 軸ひずみゲージ（直角型ロゼットゲージ）を貼付し、チップの挙動を評価した。ひずみによる検討は別報【模擬地盤供試体を用いた切削実験によるカッタービットのひずみ評価に関する研究】に譲る。

## 5. 実験結果と考察

一例として、図 4、図 5 に CASE3 における時間と垂直力およびトルクの関係を示す。どちらも花崗岩に当たった際に垂直力、トルクの値が急激に増加した。これは、岩片を剥離させながら切削していくため、モルタルに比べ花崗岩の部分はビットに作用する抵抗が大きくなったと考えられる。

次に、ビットが花崗岩を切削している時のトルクの最大値について着目する。図 6 に回転回数 1 周目のトルクの最大値を示す。モルタルの圧縮強度の違いに着目すると圧縮強度 47.0N/mm<sup>2</sup> の供試体に比べ、32.8N/mm<sup>2</sup> の供試体はトルクが大きくなっている。これは、圧縮強度が低い供試体は、予備掘の際にモルタル部分が花崗岩に比べて多く切削され、花崗岩とモルタルに高低差が生じ、その高低差がモルタル上から花崗岩上へビットが移った際のトルクの変化に影響を与えたためと考えられる。図 7 に回転回数 15 周目のトルクの最大値を示す。15 周目になると圧縮強度によるトルクの差がなくなり、チップごとに差が生じていることが分かる。これは、油圧ジャッキの要領に対する設定値が小さかったため、回転回数が増えるにつれモルタルは切削されず、花崗岩だけが切削され、モルタルとの高低差が全体的に減少したが、チップによってその切削具合に差があったからだと考えられる。図 8 に回転回数 30 周目のトルクの最大値を示す。15 周目と 30 周目では大きな変化は見られず、同じ傾向となった。

## 6. 結論

垂直力とトルクの値は花崗岩に当たる点で大きく増加していることが分かる。回転回数 1 周目は供試体の圧縮強度が大きいほどトルクの値が小さくなっている。回転回数を増加させると圧縮強度の影響が小さくなり、チップが硬いほどトルクの値が小さくなっている。

## 参考文献

- 1) 佐々木誠，嘉屋文康，森田泰司，磯部将吾：切削実験によるシ

ールドマシン用ビットの最適超硬チップ選定の検討，土木学会第 77 回年次学術講習会，VI-754，2022。

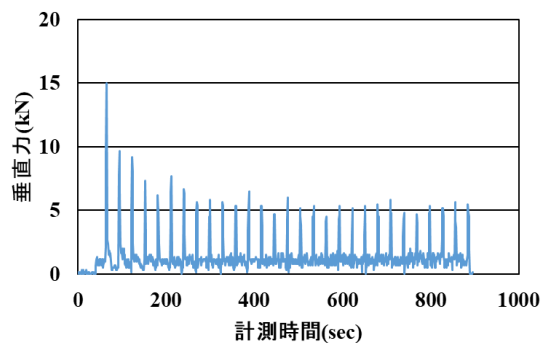


図 4 時間と垂直力の関係

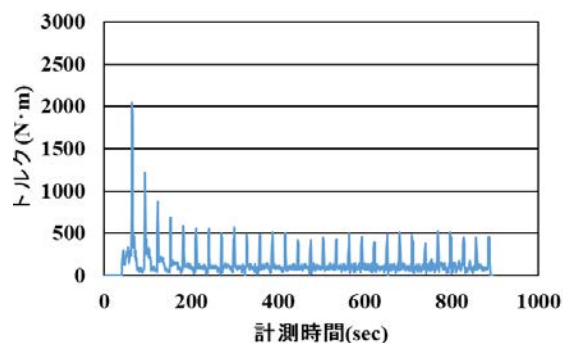


図 5 時間とトルクの関係

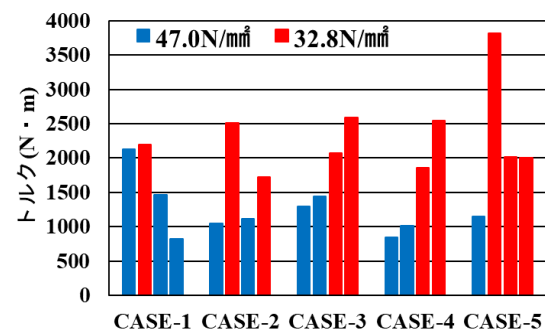


図 6 トルクの変化 1 周目

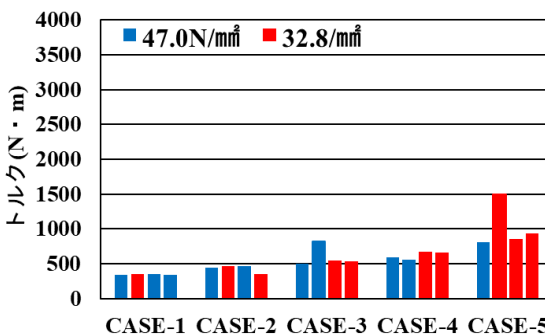


図 7 トルクの変化 15 周目

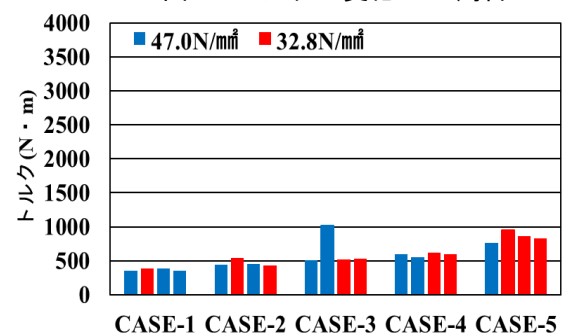


図 8 トルクの変化 30 周目