

特殊緩衝材を用いた礫層掘削を対象とした長寿命カッタビットの開発

株式会社丸和技研

正会員○佐々木 誠

非会員 嘉屋 文康

正会員 緒方 勤

大成建設株式会社

フェロー会員 森田 泰司

1. はじめに

近年、シールド工法は長距離掘進や玉石・礫混じり地盤および岩盤層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、カッタビットが施工中に地盤内の礫や玉石との接触によって、超硬チップ（以後、チップという）が破損し、切削能力の低下を引き起こす。そこで当開発チームでは、図-1 に示すような多層チップ構造を考案し、性能評価を実施してきた。しかし、今まで実施してきたビットのチップは、E5 相当で実施してきたが、E3 相当で実験を実施したところ、図-2 に示すように1次チップで発生したクラックがろう層部で止まらず、2次チップまでクラックが進展する破損が生じた。そこで、1次チップのクラックが、2次チップまで進展しないように、図-1 に示すように1次・2次チップ間のろう層部に特殊緩衝材（以後、緩衝材という）を入れた構造を考案し、三点曲げ試験と載荷実験による検討を実施した。

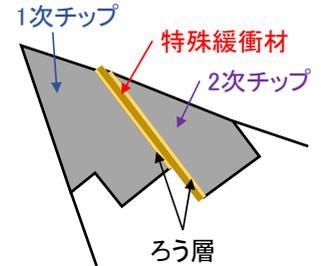


図-1 多層チップ構造

2. 三点曲げ試験

(1) 試験要領

複合構造にしたチップの破壊特性を把握するために、三点曲げ試験を実施した。これは、チップは脆性材料であることから、図-3 (a) に示すように、引張側にクラックが発生すると、そのまま二分割する破壊に至る。しかし、複合構造にして緩衝材をろう付部に挟むことにより、図-3 (b) に示すように、緩衝材部でクラックが止まって二分割にならなければ、緩衝材の効果を実証できると考えて、三点曲げ試験を実施した。試験ケースを表-1 に示す。試験体の寸法は8×6×80mmとし、支間を60mmとした。ろう付タイプは、板厚が3mmのチップを2枚ろう付して複合化した。チップの材種はE3相当と、試験体数は各5体とした。

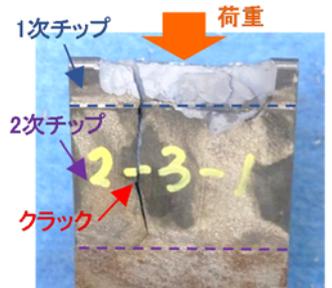


図-2 2次チップ破損状態

(2) 破壊状態

試験体の最終破壊状態の代表として、超硬単体のCASE-1、緩衝材0.5mmのCASE-4および緩衝材1.0mmのCASE-5を図-4に示す。CASE-1~4までは、図-4(a)(b)のように二分割に折損する結果となったが、CASE-5,6は、図-4(c)に示すように引張側に生じたクラックは、緩衝材で止まることが確認できた。これより、1.0mm以上の緩衝材を使用すれば、チップに発生したクラックの進展を妨げる効果があると考えられる。

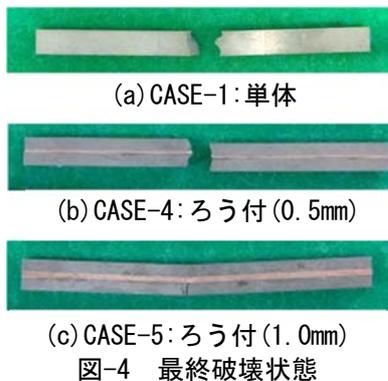


図-4 最終破壊状態

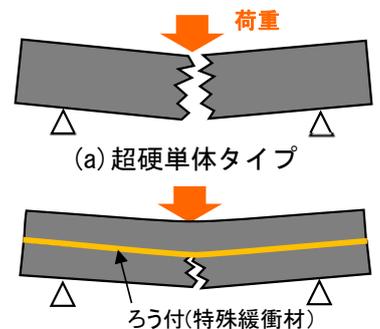


図-3 折損イメージ図

表-1 試験タイプ

ケース	タイプ	緩衝材
CASE-1	単体	—
CASE-2	ろう付	なし
CASE-3		0.1mm
CASE-4		0.5mm
CASE-5		1.0mm
CASE-6		2.0mm

キーワード シールドマシン, カッタビット, 礫層, 長寿命, 特殊緩衝材, 載荷実験

連絡先 〒822-0003 福岡県直方市大字上頓野 4965-1 株式会社丸和技研 技術営業グループ TEL0949-26-6733

### 3. 載荷試験

#### (1) 実験要領

載荷実験は、図-5の正面図に示すような R=50mm の形状をした載荷治具（超硬合金）を使用して、ビットの中心に荷重を載荷し、荷重が伸びなくなる終局状態まで載荷を続けた。

#### (2) 実験ケース

載荷実験に使用するビット形状を図-5に示す。ビットのタイプはすくい角・逃げ角（以後、角度という）に着目し、角度が共に 20°を TYPE-1、角度が 10°を TYPE-2 とした。チップの材質は E3 相当とし、シャンク材の材質は SS400 とした。実験ケースは表-2に示すように、TYPE-1 については緩衝材の板厚を 0.5, 1.0, 2.0mm の3種類とした。これは三点曲げ試験結果より、緩衝材の板厚は 1.0mm を推奨するが、1.0mm が最適値であることを確認するために、TYPE-1 は 0.5mm と 2.0mm も実施した。TYPE-2 は 1.0mm のみとした。

#### (3) 実験結果

##### 1) 平均最大荷重

平均最大荷重を図-6に示す。これより、TYPE-1 は CASE-1-1 が 150kN であるのに対し、CASE-1-2 は 152kN、CASE-1-3 は 145kN、CASE-1-4 は 133kN となり、緩衝材 2.0mm の CASE-1-4 は若干荷重が低下したが、その他は緩衝材を入れることによる最大荷重への影響はないと考えられる。TYPE-2 は CASE-2-1 が 146kN であるのに対し、CASE-2-2 は 203kN となり、40%程度最大荷重が向上した。

##### 2) 最終破壊状態

代表的な最終破壊状態の写真を図-7に示し、クラック（欠損）の個所を → で示す。これらより、TYPE-1 は、CASE-1-1 と CASE-1-2 で1次チップのクラック（欠損）が、2次チップまで進展したが、CASE-1-3 と CASE-1-4 では、1次チップの欠損が、2次チップへ進展することはなかった。

TYPE-2 は、CASE-2-1 では1次チップのクラックが、2次チップまで進展したが、CASE-2-2 では1次チップの欠損が、2次チップへ進展することはなかった。また、CASE-2-1 では、側面にも1次チップで発生したクラックが、2次チップへ進展している様子が見られる。

#### 4. まとめ

多層チップのチップ間に 1.0mm の緩衝材を入れることで、1次チップで発生した破損が、2次チップへ進展しないことがわかった。このことより、緩衝材を用いた多層チップビットは、礫混じりの層などの掘削時に発生するチップの破損を、1次チップのみで確実に止めることができ、多層チップビットの有効性がより確立されることが考えられる。

【参考文献】1) 森田ら：耐衝撃性を考慮したカッタービットの開発（土木学会第70回年次学術講演会）

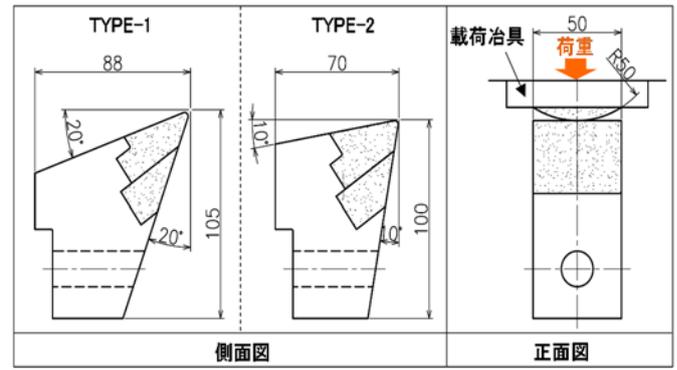


図-5 ビット形状

表-2 実験ケース

ケース	角度	緩衝材
CASE-1-1	20°	なし
CASE-1-2		0.5mm
CASE-1-3		1.0mm
CASE-1-4		2.0mm
CASE-2-1	10°	なし
CASE-2-2		1.0mm

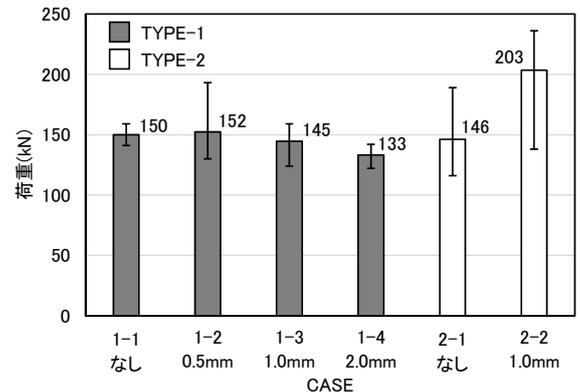


図-6 平均最大荷重

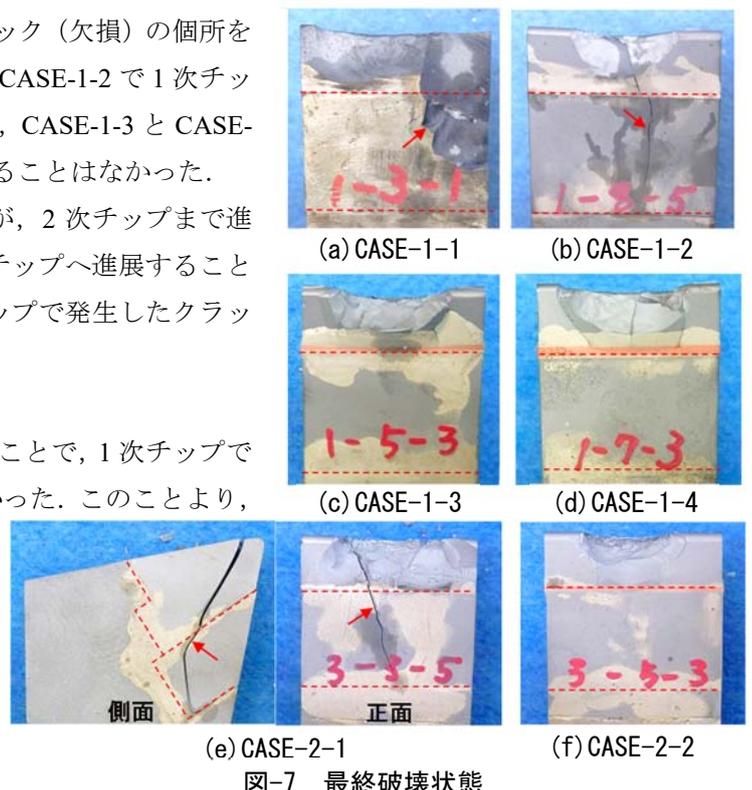


図-7 最終破壊状態