

21. 巨礫対応ドーム型シールドの ディスクカッタ形状について

日立建機(株)：石川 泰昭・山崎 英嗣

*吉田 竹志

日本コムシス(株)：香月 春彦・飯田 猛雄

若本 憲隆

1 はじめに

従来より、巨礫層に適用されるシールドとして、ローラビットを全断面に配置したドーム型カッタヘッドが採用されることが多い。これは、想定礫径が搬出可能礫径を超える場合、カッタ前面での礫破碎が必要となり、ローラビットを最外周まで、全断面配置を可能とするため、ドーム型カッタヘッドを採用することによる。

通常、採用されるローラビットは、刃先断面が対称の楔形状であり、その中心線は回転軸と直交している。カッタヘッド内周部では、カッタヘッド面板がフラットであるから、内周部に取り付けられるローラビットの楔形状刃先の中心線は、シールドの推進方向、すなわちシールドジャッキの推力が作用する方向と、ほぼ一致しており、シールドジャッキの推力が素直にローラビット刃先の貫入力として作用する。一方、外周部に取り付けられるローラビットは、ドーム曲面に沿って取り付けられるため、ローラビットの楔形状刃先の中心線と、シールドジャッキの推力が作用する方向との間に、大きい角度差が生じてしまう。そのため、外周部のローラビットに関して、以下のような問題点が考えられた。

①切羽側の楔面が刃先先端よりも切羽側にとびだすと、切羽側の楔面が常に最初に地山に貫入しようとするため、面での貫入となり、食い込み性が悪く、刃先の寿命にも良くない。

②食い込み性が悪いと、掘進速度が同じ場合、貫入抵抗が増し、刃先先端の曲げ荷重が大きくなる。

③ローラビットには、ラジアル荷重だけでなくスラスト荷重も作用する。

そこで、外周部の刃先形状について、ビットモデルを用いたベンチテストを行い、最適と考えられる刃先形状を決定し、実機への適用をはかった。

2 ベンチテスト

2.1 実験装置

ビット試験機を使用した実験装置概念図を図1に示す。ビット試験機の仕様は、最大荷重50t、最大トルク1t・mである。掘削用試料として、1.25m角のモルタル中に花崗岩を整形したものを5個円周上に等配置して巨礫混じり層を模擬したものを使用した。花崗岩の強度及びモルタルの強度を表1に示す。図2に掘削試料形

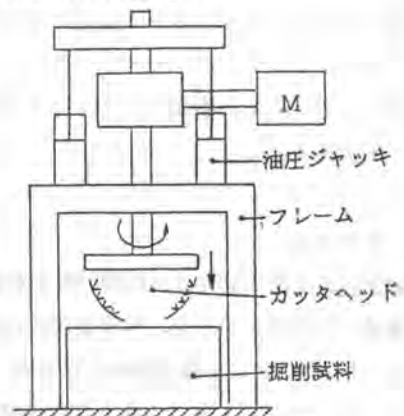


図1 実験装置概念図

状を示す。尚、掘削試料の中心部は、掘削土砂の排出部とするため、予め直径500mmの芯抜きを行った。

表1 掘削試料の強度

試料名	一軸圧縮強 (kg/cm ²)	硬度 (hs)
花崗岩	1155 ~ 1575	94 ~ 111
モルタル	237 ~ 294	-

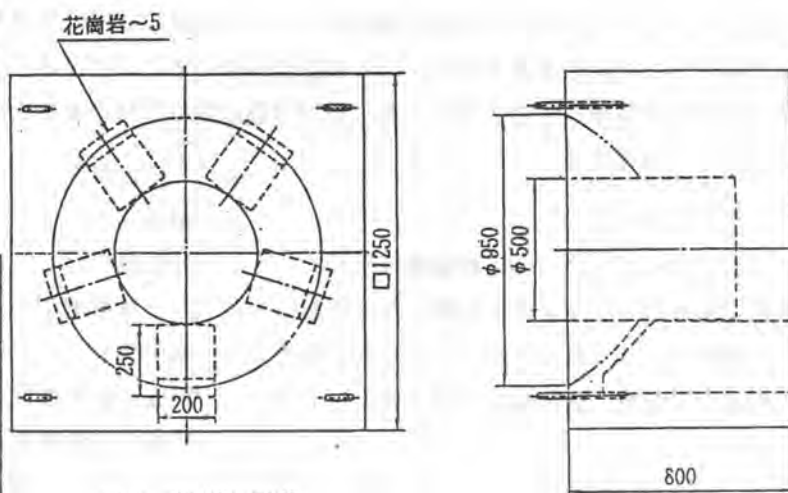


図2 掘削試料形状

ビット試験機には、ドーム掘削面を形成するように、ローラビットを3個配置した。掘削外径は $\phi 950$ mmである。掘進方向は鉛直方向、真上から真下である。実験に使用したローラビットは、従来型ローラビットとして刃先焼入型2連ローラビットと、今回新に考案した非対称チップインサート型切頭円錐型2連ローラビットの2種類である。刃先焼入型ローラビットの形状及びドーム掘削面での配置を図3 (a) に、チップインサート型ローラビットの形状及びドーム掘削面での配置を図3 (b) に示す。本実験に用いたチップインサート型ローラビットは、最外周

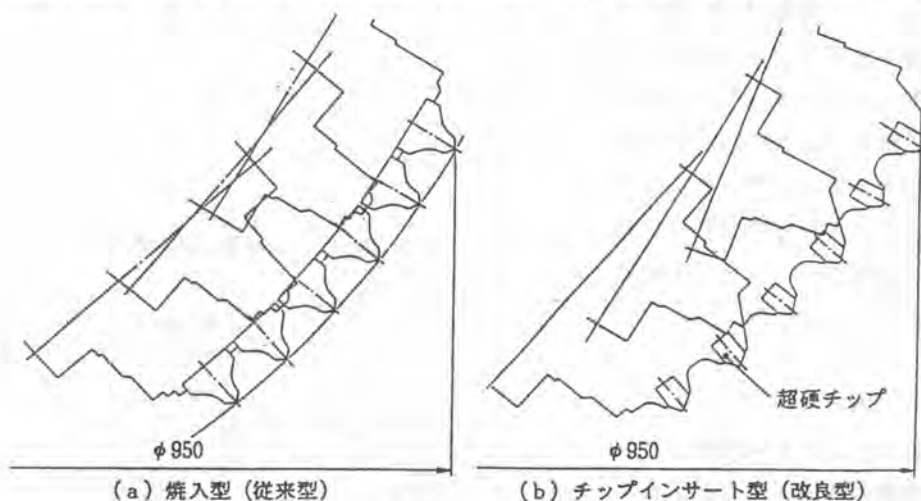


図3 実験用ローラビット形状

の刃先形状において、刃先の逃げ面が掘削外周面と同一となり、刃先先端より掘削外径側に出ないようにしている。また、刃先のすくい面は、掘進方向に対して垂直となるようにし、刃先先端よりすくい面が先に地山に接しないようにしている。さらに、チップ形状に関しては、非対称の断面形状を有するチゼル型チップを採用している。これは、対称チップを使用した場合、上記すくい面と逃げ面を設定した時、逃げ面側のチップ保持母材の厚さが薄くなるという不具合が生じ

ることや、逆に保持母材の厚みを確保すると、刃先間の谷部の空間が小さくなり、地山と谷部とが干渉する可能性が大きくなるという不具合が生じることによる。これらの不具合に対応して、非対称チップを使用することにより、逃げ面側の保持母材の厚みを確保できるとともに、刃先間の空間をも確保することができる。

2.2 実験方法

表2に示す項目について測定を行った。各測定値はビジグラフにて記録した。実験は、2種類のローラビットについてそれぞれ最大推力、回転数、掘削時間を順次設定して行った。

表2 測定項目

N0	項目	
1	回転数	
2	ジャッキ油圧	カッタ推力換算用
3	掘削長	
4	回転用電動機電圧	カッタトルク換算用
5	回転用電動機電流	カッタトルク換算用

2.3 実験結果

図4に推力と食い込み速度との関係を示す。横軸にはカッタ推力を、縦軸にはカッタ1回転当りの食い込み量をとった。このグラフより、データにはばらつきはあるものの、推力を上げると、1回転当りの食い込み量は増加する傾向が見られる。また、従来型と今回の改良型を比較すると、同じ推力での食い込み量は改良型の方が大きくなっている。この結果を基に、ゲージ部でのチップ角度から、実機用のローラビットの形状を決定することとした。

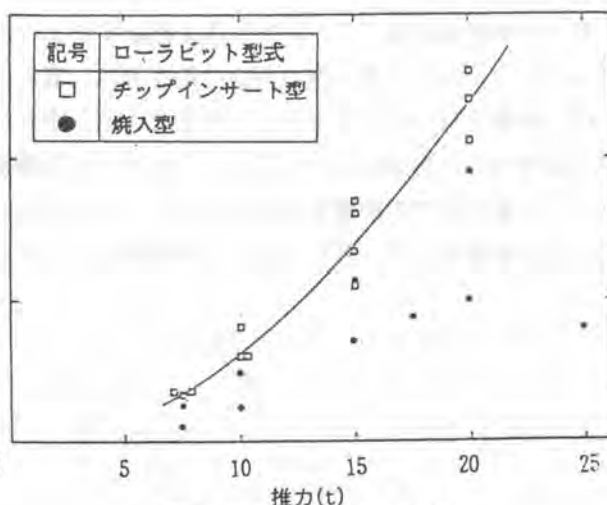


図4 推力と食い込み量の関係

3 実機への適用

3.1 ローラビット形状

図5に実機の外周ドーム部用ローラビットとして採用した非対称チップインサート型切頭円錐型3連ローラビットの形状を示す。



図5 非対称チップインサート型切頭円錐型3連ローラビット形状

3.2 工事概況

工事の概況を表3に示す。

表3 工事の概況

土質条件			施工条件		
土質		玉石混じり砂礫層	掘進延長	m	1120.3
礫率	%	44~79	(発進~中間)	m	(285.5)
礫径	mm	最大900X600	(中間~転換)	m	(352.9)
土被り	m	5.4~11.5	(転換~到達)	m	(481.9)
N値		40以上	最小曲率半径	m	200
地下水位	m	GL-5.5~11.5			

3. 3 シールド仕様

シールドの仕様を表4に示す。シールドの
 カッタヘッドを図6に示す。カッタヘッドはド
 ーム型を採用し、ローラビットは計11個装着
 している。内周部7個については従来型を、外
 周ドーム部4個については、ローラビットの転
 動距離が取付半径に比例して大きくなることか
 らも、図5に示した非対称チップインサート型
 切頭円錐型3連ローラビットを採用した。

表4 シールド仕様

項目	単位	
外径	mm	2880
本体長さ	mm	4280
総推力	t	800
カッタ回転数	rpm	1.95
最大トルク	t・m	75
スクリュコンベア型式		全リボン
スクリュコンベア羽根径	mm	470
ローラビット装備数		11

4 まとめ

平成2年9月、最初の区間である285mを掘進後、中間立坑に到達した。

ビット点検を行
 い、ローラビッ
 トについては摩
 耗が軽微で刃先
 の欠損もないた
 め、交換を行わ
 ず次区間353
 mの掘進に入る
 予定である。引
 き続き転換立坑
 にて、掘進延長
 638m後のロ
 ーラビットの調

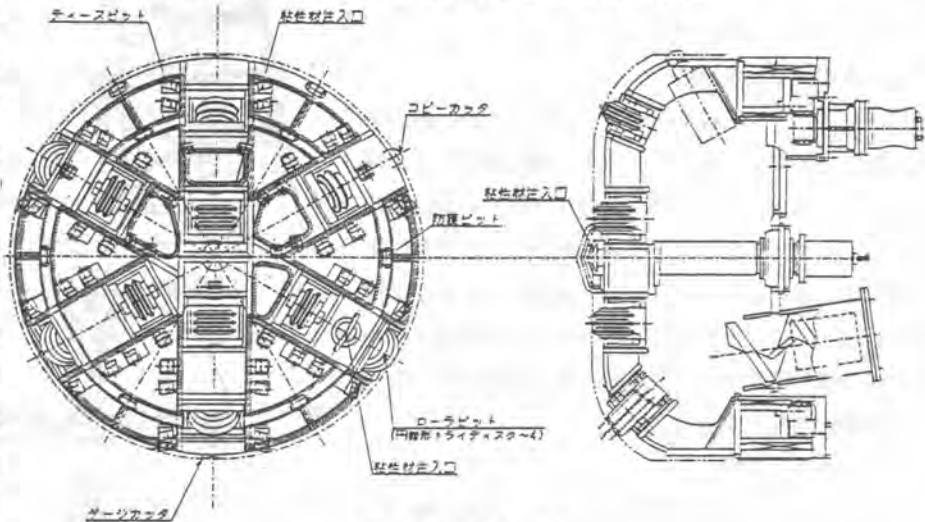


図6 カッタヘッド

査を行い、現場での評価を行う所存である。最後に、ベンチテスト等に協力を頂いた(株)セキ
 サク殿と、本実機を採用頂いたNTT殿に深甚の謝意を申し上げます。