

VI-141

小口径推進技術（エースモールDL35R）における硬土質掘削機能について

NTTアクセス網研究所 正会員 松永 広
NTTアクセス網研究所 三木 博義
NTTアクセス網研究所 松本 史久

1. はじめに

NTTでは非開削による通信ケーブル用管路の布設工法として長距離・曲線施工が可能な小口径推進工法（適用管径 $\phi 75 \sim \phi 600 \text{ mm}$ ）を開発・導入してきている。

本稿では、泥土圧シールド工法の掘削排土システム、独自の位置検知、方向制御システムを備えた「エースモールDL35R」工法（適用管径 $\phi 350 \sim \phi 600 \text{ mm}$ ）でのチップインサート型ビットの岩掘削特性実験結果及び高礫地盤での施工結果について報告する。（図1. エースモールDL35工法概要図参照）

2. 岩掘削特性実験

（1）岩掘削実験の目的 … 玉石等の硬土質地盤での掘削機能を確認すると共に、基礎データを収集する。具体的には実機用チップインサートビット（ディスク・ローラ）を使用して、花崗岩を掘削し、今後実現場で遭遇すると予測される硬岩に対する掘削データを得る。

（2）実験概要 … ビットメーカ所有の50tビット試験機を使用して、1.0m角の花崗岩供試体を掘削外径 $\phi 374 \text{ mm}$ で掘削するときに、回転数を一定とし、荷重を変化させた場合の各掘削効率を確認する。また、供試体は試験後にテストピースを取り一軸圧縮強度を測定する。（図2. ビット試験機外観）

（3）実験条件等

試験ビット：チップインサート型ディスク及びローラの2種類

回転数：32rpm 45rpm（実機標準設定見合い）

荷重：10t 15t 17t

（ビット1個当たり最大負担荷重見合い）

※試験ビット形状は図3. ディスク 図4. ローラを参照

（4）実験結果及び考察 … 花崗岩掘削で回転数と荷重の上昇に伴い掘削は向上するが、ビット形状で大きな差が出た。ディスクタイプに比べてローラタイプは単一硬岩では約2倍の掘削効率が確認できた。また、掘削片を見るとディスクタイプは50mm以下の掘削片なのに対して、ローラタイプは20mm以下と小さいことが確認できた。これは、破碎機能がディスクタイプは、隣接破碎なのに対して、ローラタイプは圧割（叩き割る）破碎による。

（表1. ディスク・ローラ別掘削率及び表2. 供試体一軸圧縮強度）
試行工事実機搭載は、エースモール長距離互層地盤推進を考慮し、ディスク型カッタービットを搭載する。

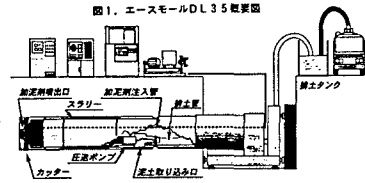


図2. ビット試験機の外観

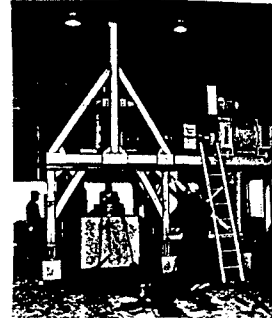


図3. $\phi 140$ チップインサート型3ディスクカッタービット

図4. $\phi 140$ 突出しチップ型ローラビット

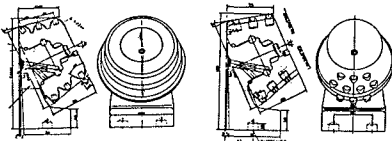


表1-1. チップインサート型ディスクカッター掘削実験結果

荷重 (t)	回転数 rpm	カッタートルク kg/m	掘削量 cm ³ /min
10	32	90~120	1.2
	45	90~110	1.7
15	32	170~200	2.3
	45	180~230	3.1
17	32	190~230	2.8
	45	220~280	3.7

表1-2. 突出しチップ型ローラカッター掘削実験結果

荷重 (t)	回転数 rpm	カッタートルク kg/m	掘削量 cm ³ /min
10	32	90~120	2.0
	45	100~120	3.2
15	32	220~250	5.6
	45	210~230	7.3
17	32	240~280	6.2
	45	200~240	7.5

3. 高礫地盤での検証及び結果

- (1) 実工事での確認事項 … 従来使用していた浸炭焼入れ型ディスクカッタと比較して、チップインサート型ディスクカッタビットの高礫地盤での掘削効率と耐久性を確認する。
 - (2) 工事概要 … 試行Aに於いて浸炭焼入れ型とチップインサート型別を用い、10mm以上の礫混入率40%（大径礫230mm）地盤での推進と、試行Bでのチップインサート型で10mm以上の礫混入率60～70%（大径礫300mm）での推進を行った。
 - (3) 検証結果 … 試行Aでは浸炭焼入れ型・チップインサート型のディスクカッタ共に、20～30mmに礫がされているのが確認でき、耐久性では、チップインサート型は浸炭焼入れ型に比べてカッタ部の耐磨耗が約3倍有利であると確認できた。
- (注) 浸炭焼入れ型とチップインサート型の比較は、チップ埋め込み量とその脱落限界を埋め込み量 $1/2$ で算出した場合である。
- また、試行Bでは礫破碎状況、耐久性共に、試行Aでの検証結果を追認できた。

以上から、チップインサート型はカッタ部の耐久性では400m以上の礫地盤連続推進が可能であるが、浸炭焼入れ型カッタでは、150m以下であることと、破碎状況でもチップインサート型が優れていることが確認できた。

表3. ディスクカッタビットの推進状況

区間番号	推進長(m)	推進率(%)	最大礫径(mm)	適用ビット種別	最大掘削力(t)	最大磨耗量(mm/m)
A①	155	44	230	浸炭焼入れ型	3.5	0.23
A②	133	39	160	浸炭焼入れ型	3.5	0.21
A③	65	37	140	浸炭焼入れ型	3.1	0.25
A④	113	25	130	浸炭焼入れ型	4.0	0.21
A⑤	118	12	120	浸炭焼入れ型	2.5	0.22
A⑥	160	42	165	チップインサート型	4.5	0.023
A⑦	137	21	120	浸炭焼入れ型	1.8	0.20
B①	85	29	100	チップインサート型	6.0	0.019
B②	44	62	230	チップインサート型	1.3	0.019
B③	90	59	200	チップインサート型	4.0	0.041
B④	98	58	300	チップインサート型	4.5	0.049
B⑤	67	49	130	チップインサート型	5.5	0.024
B⑥	69	72	160	チップインサート型	5.0	0.024

※実験カッタ掘削回転数は45rpmである。

4. おわりに

今回の検証は、チップインサート型ディスクカッタとなったが、これは、互層地盤での推進を考えた場合は掘削プラス攪拌機能が大きく影響する粘性土地盤を考慮した結果であり、さらにはローラタイプの検証を行う。

また、小口径推進機での長距離・曲線施工の適用拡大のため、地盤変化への適合が可能な掘削機能の検証に努めていきたい。

表2. 供試体(花崗岩)の一軸圧縮強度

供試体番号	寸法(mm)	圧縮強度(MPa)	圧縮強度(N/mm ²)
A-1	50φ×100	77.46	77.46
A-2	50φ×100	77.46	77.46
B-1	50φ×100	77.46	77.46
B-2	50φ×100	77.46	77.46
C-1	50φ×100	77.46	77.46
C-2	50φ×100	77.46	77.46
D-1	50φ×100	77.46	77.46
D-2	50φ×100	77.46	77.46

図5. 掘削破砕状況



図6. 圧割(叩き割り)概観図



浸炭焼入れ型・チップインサート型の推進距離と磨耗量

