

解説

世界が認めた

ミリングモール工法の誕生



とみた まさはる
富田 昌晴

ヤスダエンジニアリング(株)
設計課長

NO-DIG 2012 AWARD WINNER

1 はじめに

ミリングモール工法は2012年NO-DIG AWARDを受賞した。この時書いた論文の内容は工法の特徴とその詳細内容といったものだった。開発に関わる内容は一切なくその裏付けといったものもない。

日本人的な発想や考え方が評価されたのでは？と私は個人的に思っている。一言で言えば「緻密」さ、だろうか。

2 開発の目的と背景

2.1 「困ったことである」

障害物＝困ったものである。推進工事を始めるにあたってまず管路部に障害物（邪魔物）、つまり邪魔物が存在してはならないのである。また、障害物があるとわかっていて何の計画変更もなく推進工事に着手することはあり得ない。しかし今までをふりかえってみると幾度となくこの邪魔物に遭遇しているのである。おかしいのである。障害物の障の字も計画書の中にはないのに工事が進むにつれこの障害物（邪魔物）にお会いするのである。では何故このようなことが起きるのか？

都市部では利用できる土地の減少に伴い地下開発を進めた結果、地下街、地下鉄、下水道、水道、ガス、電気、通信ケーブル等が複雑に交差した地下空間になっている。地下開発によって使用された土留材、支持杭等が周辺地盤に影響を及ぼさないように、そのまま存置され、その存置を記した書面は殆どなく新たな計画があつてトンネル施工を行うが途中で障害となり工事が中断、あるいは中止といったケースが幾度となくある。それは発注者、施工業者にとって言いようのない負担となって経営を圧迫するばかりでなく、単に掘進機が回収できないばかりに大きな赤字を出す結果になることもしばしばである。

2.2 「そりゃそうである」

調子よく作業が進んでいる途中で掘進機がローリングするのである。「そりゃそうである。」

カッタがH型鋼に当たればロックされてしまう。ロックされればその地山に働くトルクが我が方つまり掘進機側に働き掘進機がとも回りしてしまう。つまり電動ドリルで「木の板に穴をあけている時ドリルの芯が板に噛まれ回らなくなったときにはドリル本体をもっている我が方の手に負荷がかかる。」この日常の現象

を想像していただければ理解していただけだと思う。この現象が後ほどの開発に大きくかかわってくるのである。

では、どうすればいいのであろうか。つまりどんなものに遭遇しても推進貫通できるように万全の装備をして臨めばいいのである。「鉄」でも「木」でも「コンクリート」でも今まで推進工事の障害物と言われていたものを好物にして克服すればいいのである。

まず、克服しなければならない問題

(1) 地中障害物探査

前方障害物を発見（探査）しなければならない。

(2) 特殊注入管

障害物を固定、(カッタが障害物に負けない) しなければならない。

(3) 特殊伸縮管

障害物切削貫通時ジャッキスピードを極力遅くしなければならない。

大きく分けて上記の3点がまず克服しなければならない重要な点であった。

(1) 地中障害物探査システム

(ネオジャストシステム)

障害物位置がわからなければいきなり掘進機に衝突する。そうなれば掘進機前部のカッタが障害物に食い込んだり偏った力の伝わり方により掘進機の

ローリングを引き起こす。それを前もって位置を確定し、「やんわり」掘進機を障害物に近づけることによって障害物への心の準備ができる。(何事も穏やかに)

【システム】

掘削推進中に障害物が存在した場合、掘進機から約1m先の障害物を検知する。

掘進機に取付けた発進コイルから電磁波が放出され地中にある金属障害物に磁気（一次磁場）を浴びせる。その磁気を浴びた金属障害物は誘導電流を発生し、磁気（二次磁場）を放出する。この磁気（二次磁場）を掘進機に取付けた受信コイルで検出し、金属障害物の有無を判断する。

(2) 機内薬液注入装置（特殊注入管）

障害物を発見すればすぐに切削の準備にかかれたいのだがそう簡単にはいかない。

障害物の存在位置の土質、建造物との位置関係。例えば、軟弱なN値0とかの土質条件の位置に杭があった場合、まるで「豆腐の中に爪楊枝」が存在するようなものである。豆腐の中に掘削推進して爪楊枝に当たると掘進機のカッターで爪楊枝そのものを抱いてしまって切ることができない。このようなことを避けるために爪楊枝を固定するのである。また、貫通が無事終われば周辺地盤の変化に応じて地盤改良を行い切削箇所が悪影響を及ぼさないようにする。

【カッタ形状を追及のための実験】

〈実験その1〉

木杭などの切削に開発した先行型ビットの場合すくい角が大きく、送り出しスピードが少しでも大きくなると、カッタビット先端チップが破損したり、台座からもがれたりといった現象が発生し、ローリング現象をおこす結果となってしまった。

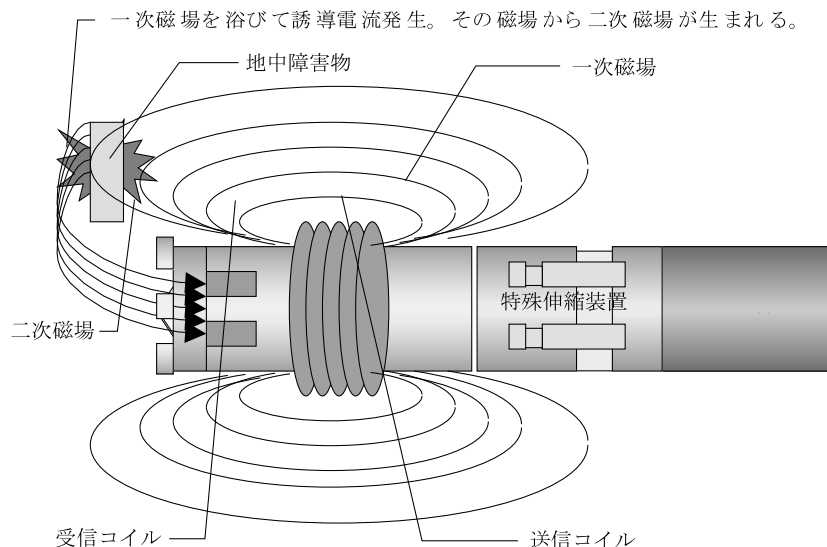


図-1 地中障害物探査システム（ネオジャストシステム）

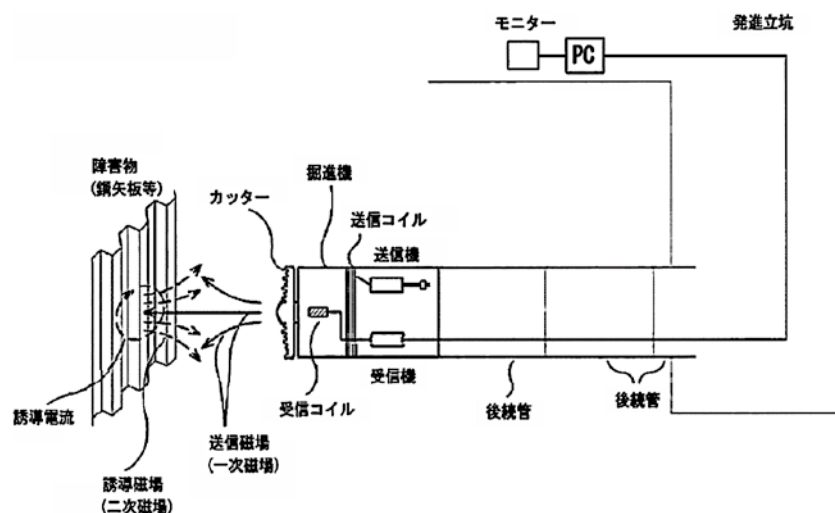


図-2 地中障害物探査システム（ネオジャストシステム）

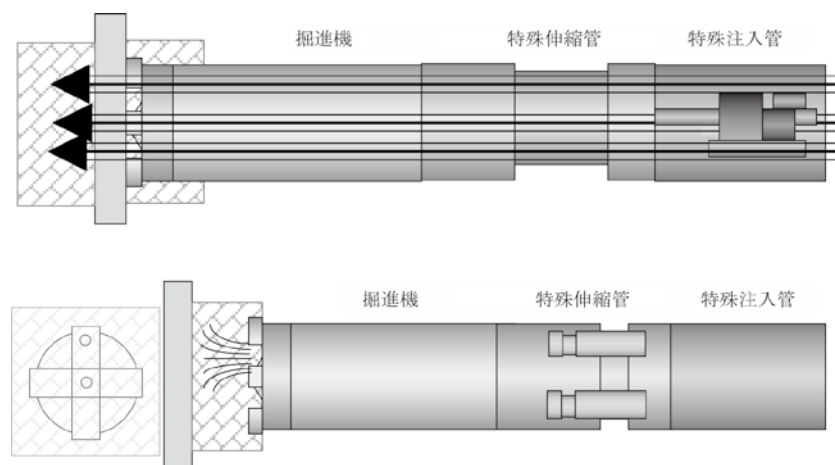


図-3 機内薬液注入システム（特殊注入管搭載）