

総論 礫・帯水層・長距離

今、低耐荷力方式推進技術にもとめられるものは？

で き や ま と し ひ さ
出来山 敏久

(株)東京設計事務所
下水道グループ
下水道第1チーム主幹



1 はじめに

小口径管推進工法は、管種の違いから高耐荷力方式、低耐荷力方式、鋼製さや管方式に分類されます。このうち、小口径管推進工法低耐荷力方式は、

1980年代半ばに産声をあげ、設計積算の標準化は、本協会の前身である(株)日本下水道管渠推進技術協会が1995年に「設計積算要領」を発刊したのがはじまりといった、推進工法の中でも比較的新しい技術といえます。

低耐荷力方式には、排土機構の違いから、圧入方式、オーガ方式、泥水方式、泥土圧方式といった4種類の方式に分類されています。各方式の施工延長を年度ごとに見ると、低耐荷力方式による施工延長は高耐荷力方式に比べ長く、近年では小口径管推進工法総延長の6割に近づく勢いです。下水道の整備状況を見ても今後も需要が見込まれるものと考えられます(表-1)。

次に、低耐荷力方式の1スパンあたりの平均スパン長を比べてみると、高耐荷力方式の51mに比べ低耐荷力方式は37mと短くなっています。これは、高耐荷力方式が鉄筋コンクリート管等の管材に全ての推進力を伝達して推進する方式に対し、低耐荷力方式では管材に全ての推進力をかけられないことがその要因にあります(表-2)。

表-1 小口径管推進工法低耐荷力方式別延長

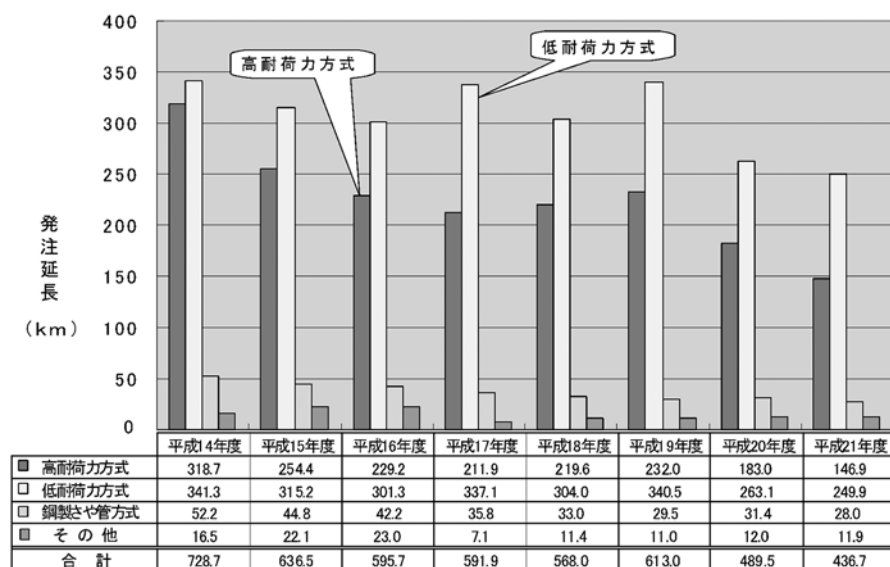


表-2 小口径管推進工法低耐荷力方式別延長

	高耐荷力方式	低耐荷力方式	鋼製さや管方式	その他	計
延長 (km)	146.9	249.9	28.0	11.9	436.7
スパン数	2,887	6,810	2,101	338	12,136
平均スパン長 (m)	51	37	13	35	

2 低耐荷力方式推進技術にもとめられるもの

2.1 適用土質の拡大

管きょ敷設対象土層が同一土層となる場合は、工法の選定を容易に選定することが可能ですが、台地部から谷地へと変化するという土質の変化点を含む箇所では、管きょ敷設対象土層が

急変することも多く、施工方法の選定に大いに悩むところです。こうした変化に適応した推進技術があると心強いものです。

(1) 軟弱土と帯水層

表-3のように圧入二工程式は、一工程目に先導体および誘導管を用いることからN値0の軟弱粘性土層でも到達立坑まで圧入推進を可能とする唯一の工法です。

N値0の軟弱層や地下水圧が比較的低い帯水層での適用が多い工法ですが、路線中にN値0の軟弱層から水圧が大きくかかる帯水砂層へ土層が変化する場合、二工程目の拡大カットヘッドの止水性が確保できません。これは、標準型拡大ヘッドは開放型のため、 10kN/m^2 を越える水圧下では推進時に地下水や土砂の取り込み制御が難しいためです。(帯水型ヘッド使用時は 20kN/m^2 となります。両者の違いは写真-1、2を参照してください。)

帯水層に合った別の工法を用いた場合、帯水層での施工条件は満足するものの、方向修正ジャッキ等が装備された先導体の重量が大きいためN値0の地層では自沈の恐れが高く、所定の精度が保てなくなります。そのため設計においては、土層の境を想定し、層境と想定される箇所に立坑を設置し、管きよ築造工法を分けるといった対応を余儀なくされ、結果的に1スパン延長が数十メートル程度と短く不経済となることがあります。そこで、N値0の軟弱層から帯水層まで適応可能とする工法の存在が望まれるところです。

(2) 礫対応

低耐荷力推進工法の礫対応は、工法毎に表-4のように最大礫径などが設定されています。低耐荷力推進で設計を進めていく中で、地質調査から報告される礫の存在は、非常に頭の痛い問題です。これは、低耐荷力方式の推進

表-3 適用土質

土 質 方 式 名 呼び径 N値			粘 性 土						砂 質 土					
			0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50
圧入方式	一工程式	150～450												
オーガ方式	一工程式	150～450												
泥 水 方 式	一工程式	200～400												
泥土圧方式	一工程式	200～450												

(凡 例) ■ 適用範囲

※ 出典：本協会推進工法用設計積算要領小口径管推進工法低耐荷力方式編 2010年改訂版



写真-1 標準型ヘッド (10kN/m^2)



写真-2 帯水型ヘッド (20kN/m^2)

表-4 礫への適応条件

方式別	最大礫径	礫混入率
圧入方式	呼び径の10%未満	15%未満
オーガ方式		
泥土圧方式		
泥水方式	呼び径の20%未満	15%未満

※ 出典：本協会推進工法用設計積算要領小口径管推進工法低耐荷力方式編 2010年改訂版

反力を推進力伝達ロッドに頼っており、高耐荷力推進工法のように大きな推進力をかけて破碎することができないことにあります。圧入方式は、拡大ヘッドに礫破碎機構が装備されていないことから、破碎はできず、土質内の礫をそのまま取込みます。最大礫径は、ケーシングの内側とスクリュコンベア軸棒の外側の隙間およびスクリュコンベアの羽根ピッチにより決まり、一般的に、隙間は30mm程度、ピッチは200mm程度であり、施工の確実性から呼び径の10%未満と設定しています。

これに対し、オーガ、泥土圧方式は、礫の適用条件では圧入方式と同様、呼び径10%未満と設定されていますが、各工法協会資料を見ると、先導体に礫・粗石用掘削ヘッドなどを採用している機種もあることから、その適用範囲の拡大に期待できます。泥水方式では、先導体の切羽で一次破碎を行い、後続のコーンクラッシャ内で二次破碎を行うことで適用条件を超える礫径の適用が期待され、実際に施工実績を着実に積んでいるようです。こうした実績については、「解説」の項で詳細が述べられて