

総論

自動測量システムの動向と 設計積算上の留意点

西村 重一

(社)日本下水道管渠推進技術協会
調査部長



1. はじめに

我が国で推進工法が初めて採用されたのは、1948年（昭和23年）、尼崎市内の鉄道軌道下にガス管のさや管として、呼び径600mmの铸铁管を延長6.0m、手掘り式（開放型）で押込んだものとされている。我が国の下水道普及率は平成17年3月末で約68%、下水管きょの布設延長は、約38万kmに及んでいる。平成16年度の管きょ特殊工法発注延長は753km発注されている。推進工法の発注内訳は、小口径管推進工法596km、大口径管推進工法（密閉型+開放型）157km（開放型25km含む）、その他（シールド工法等）89kmの発注状況である。

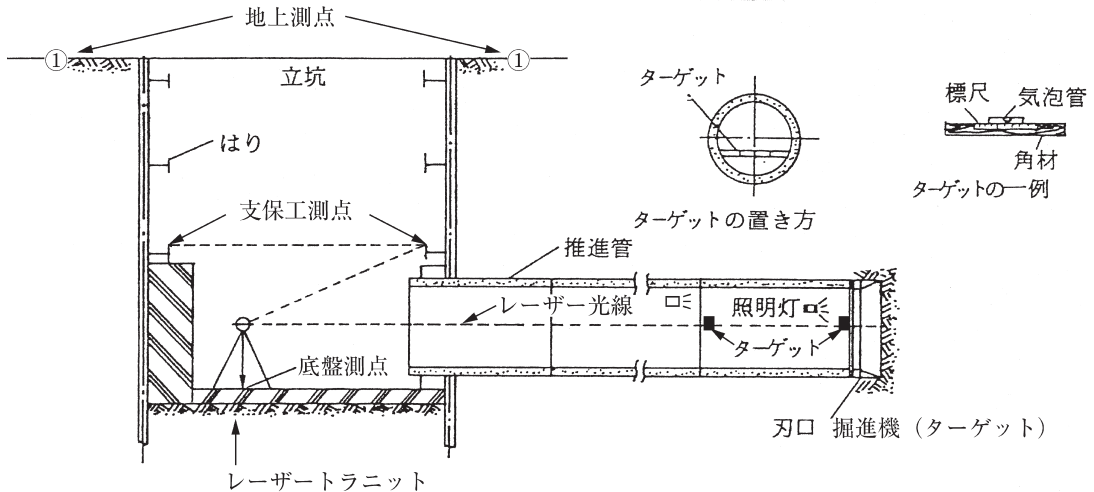
推進工法の基本、原点は、手掘り方式による主要道路、鉄道の横断工事でありました。昭和40年前後から下水道管路整備事業に採用されたことで推進工法が飛躍的な発展をしてきた。近年は、建設公害、交通事情、の問題、コスト縮減、工期短縮等から長距離化、かつ、超急曲線を含む複合曲線の施工が数多く実施されている状況である。

長距離・複合曲線を施工する際には、管内での

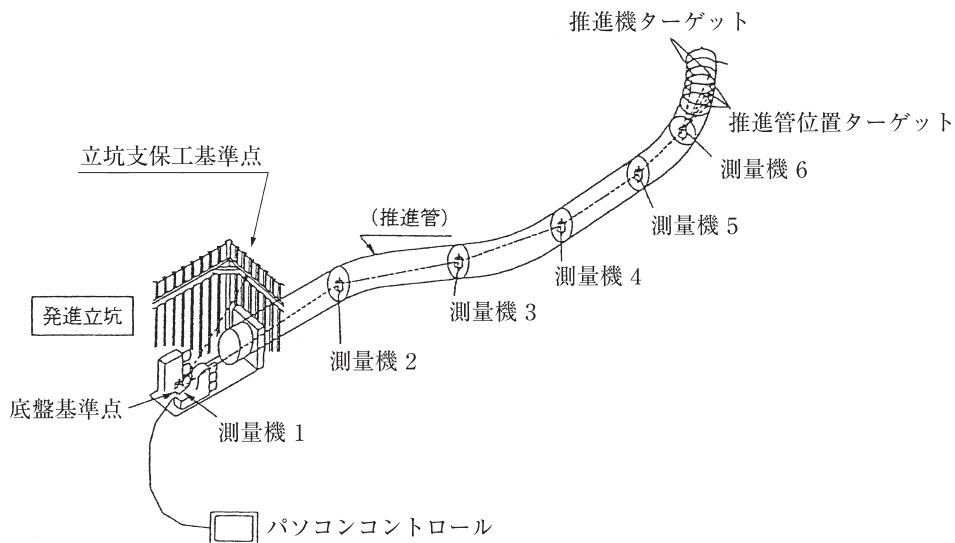
測量機の盛替え回数が多くなるため、測量作業に多くの時間を費やし、また、測量のために技術者、補助者を追加配置しているのが現状である。直線施工と比較すると測量時間の増大で日進量の低下より工期の延長、工事原価の増大となっている。近年測量技術の向上により、長距離・曲線推進における測量作業の合理化および、測量・解析・指示の短縮を図ることが可能な自動測量システムを導入して施工されているのが現状である。

2. 管内測量技術

長距離・曲線推進工事における管内測量は、シールド工法の測量方法とは異なり、管列が常に移動するため管内に測量用の測点（ダボ）を設置することができない、坑内の測点より推進管1本終了（ $L=2.43$ または 1.20m ）ごとに立坑内の測点（ダボ点）より、推進管内に測量器（測点）を盛替えながら掘進機（刃口）、推進管（先頭管から2、3本目）を視準するトラバース測量を行っている。推進工事における管内測量は、限られた作業空間、環境下のもと実施されるので一般で



図ー1 人力測量の概念図



図ー2 自動測量の管内測量概念図

は見られない作業工夫や特殊な測定機器が用いられるので推進工事特有の測量技術の習熟と的確かつ、迅速な判断と作業および日常管理等が要求される。

2.1 中心線の測量

(1) 直線推進の測量

直線測量は、図ー1に示すように、立坑底、立坑内の山留め支保工に移設した測点を元に、計画

線を管内に延長して刃口、掘進機のターゲット、推進管（先頭管～3本目程度）それぞれの変位を計測する。なお、長距離推進の場合は、曲線推進と同様にトラバース測量（自動測量）で計測管理を行っている。

(2) 曲線推進の測量

曲線区間の管内測量は、呼び径と曲線半径により推進管内を見通せる距離（1回当りの測量長）

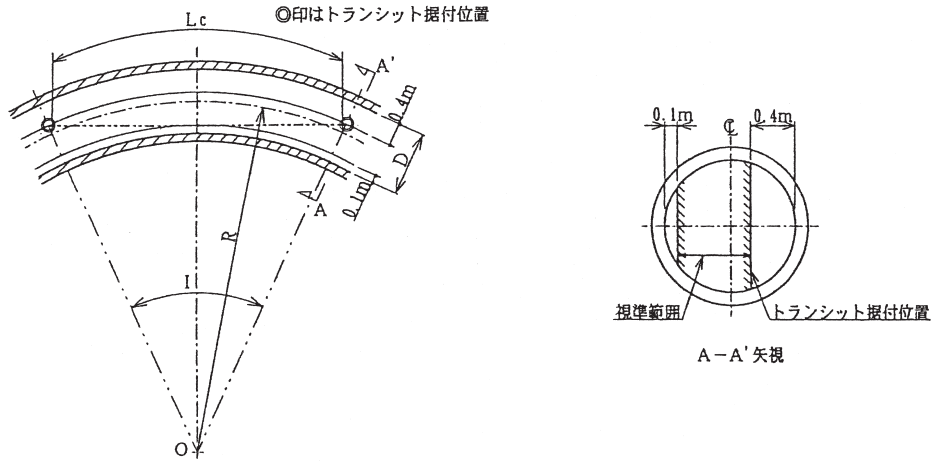


図-4 曲線半径による1回当りの測量長概念図

表-1 呼び径と曲線半径による1回当りの測量長（参考）

（単位：m）

呼び径 曲線半径	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
75	13.4	15.5	17.3	19.0	20.5	22.6	24.5	26.2	27.9	29.9	31.8	33.7	35.4	37.0	38.6
100	15.5	17.9	20.0	21.9	23.7	26.1	28.3	30.3	32.2	34.6	36.8	38.9	40.9	42.8	44.6
200	21.9	25.3	28.3	31.0	33.5	36.9	40.0	42.9	45.6	48.9	52.1	55.1	57.9	60.6	63.1
300	26.8	31.0	34.6	37.9	41.0	45.2	49.0	52.5	55.8	60.0	63.8	67.5	70.9	74.2	77.4
400	31.0	35.8	40.0	43.8	47.3	52.1	56.6	60.6	64.5	69.3	73.7	77.9	81.9	85.7	89.4
500	34.6	40.0	44.7	49.0	52.9	58.3	63.2	67.8	72.1	77.4	82.4	87.1	91.6	95.6	99.9

(2) 施工系統図（線形）

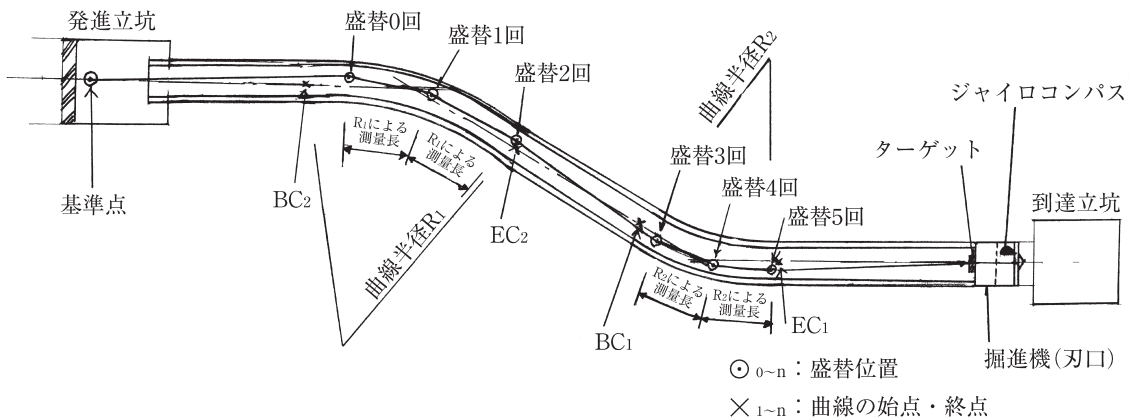
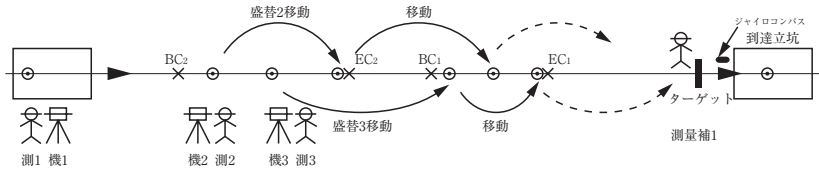


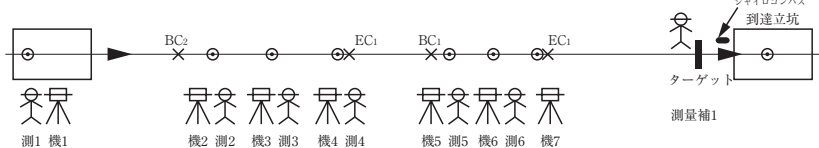
図-5 施工系統図

(3) 人力・自動測量方式による配置人員および測量機器材の配置

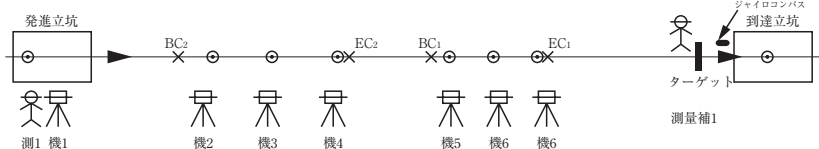
【ケースⅠ】（管内を人員・機器材が移動可能な場合）



【ケースⅡ】（管内を人員・機器材が移動不可能な場合）



【ケースⅢ】（自動測量）



表一 2 測量配置人員、測量機器および測量時間

発進立坑		盛替0回		盛替1回	盛替2回	盛替3回		盛替4回	盛替5回		計
線形（延長）		直線	★2 曲線	☆2		直線	★1 曲線		☆1 直線		
ケースⅠ	発進立坑 測人1	測人2	測人3	測人1		測人2	測人3	測人1	測補1		人員4名
	発進立坑 測機1	測機2	測機3	測機2		測機3	測機2	測機1	-		機器3組
	測量時間 0.5h	時間0.4	時間0.5	時間0.5		時間0.5	時間0.5	時間0.5	時間0.5		
	累計測量時間	0.9h	1.4h	1.9h		2.4h	2.9h	3.4h	-		累計3.4h
ケースⅡ	発進立坑 測人1	測人2	測人3	測人4		測人5	測人6	測人7	測補1		人員8名
	発進立坑 測機1	測機2	測機3	測機4		測機5	測機6	測機7	-		機器7組
	測量時間 0.5h	時間0.4	時間0.5	時間0.5		時間0.5	時間0.5	時間0.5	時間0.5		
	累計測量時間	0.9h	1.4h	1.9h		2.4h	2.9h	3.4h	-		累計3.4h
ケースⅢ	発進立坑 測人1	測人2	測人3	測人4		測人5	測人6	測人7	測補1		人員8名
	発進立坑 測機1	測機2	測機3	測機4		測機5	測機6	測機7	-		機器7組
	測量時間 0.5h	時間0.1	時間0.1	時間0.1		時間0.1	時間0.1	時間0.1	時間0.1		
	累計測量時間	0.6h	0.7h	0.8h		0.9h	1.0h	1.1h	-		累計1.1h

備考：1. ★1～2は曲線始点 ☆1～2は曲線終点
 2. 測人1～7は、測量配置人員
 3. 測機1～7は、測量機器台数
 4. 時間0.5～0.1は、盛替時の測量時間

4. おわりに

長距離、複合曲線推進における測量は、推進管全体が移動するため推進管内に不動基準点（ダボ点）を設置することができないので、人力トラバース測量方法では測量時間が多大となり工事の進捗に大きな影響を起たしている。自動測量システムを導入で測量技術者、測量補助者の省力化および測量時間の短縮化が図られ標準日進量の補正

が小さく、工期の短縮等によるトータルコストの縮減が期待される。

なお、現在の積算では人力測量の歩掛けを基準で標準日進量の算定を行っているので、自動測量システムを基準として標準日進量の算定を行いシステム装置の機械器具損料を適正に評価することで、自動測量システムのさらなる技術の向上、発展する期待するものである。