

総論

多様なニーズ（線形） に対応する測量技術

いなば とみお
稲葉 富男
(株)ソーキ顧問
(本誌編集参与)



1 はじめに

推進工事は短い直線施工から始まった。すなわち真っ直ぐに押すことが基本であった。ところが構造物の機能性に対する要望や現場条件による様々な制約により、より複雑な線形が求められるようになってきた。長距離施工やカーブ施工は勿論急カーブ施工も頻繁に行われ、それらの要素を複雑に組み合わせた線形の施工も必要となってきた。さらに大中口径管推進だけでなく小口径管推進においてもカーブ施工を含めた多様な線形が施工されている。これらを可能にするため推進施工技術の絶え間ない開発・改良がおこなわれ、それと同時に測量の進化も見逃せない。ここでは推進施工における多様なニーズに対応した線形および測量技術について特集を行う。

2 線形とは

ある機能をもった断面構造が連続的に続く構造物において、平面的なつながりの状態を表したものを平面線形といい高さ方向の状況を表現したものを縦断線形という。線形を有する構造物としては、道路・鉄道・水路・パイプライン等がある。平面線形は直線や円および緩和曲線（クロソイド・3次元カーブ・サインカーブ等）で構成されており、縦断線形は主として直線で、変化点に2

次曲線を配置することが多い。線形はその構造物の特性により適切な形状や大きさが選定されている。

3 線形の決定方法

下水管路の線形の決定は以下の通りである。

(1) 事業計画によるもの

いわゆる「事業認可」による施設の基本配置が定められており、マンホール間隔・形状・段差など施設計画の基本は計画設計指針等に基づき設定することが原則である。また事業計画により受け持つ区域、流入する管路等が定められており、施設諸元（管径、こう配等）が決定される。管路の縦断線形については、最小土被り等から定まる上流管の深さ、河川や他の埋設物等の制約条件により基本的な線形を定める。

(2) 設計時における検討・整理事項

起終点や流入位置および維持管理を考慮した不可避的なマンホール位置が現場条件により決定し、事業計画の基本線形と落差処理等の特殊条件に基づく、マンホールの必要断面形状を設定する。

土質および地下水条件、道路交通条件、他の埋設物等の占用条件、用地境界、周辺の土地利用や建物立地の条件等に基づく、計画本管と取付管の施工による支障、影響などを考慮する。

(3) 推進工法によるもの

推進工法および補助工法、施工工期、経済性を踏まえた平面線形を設定し、使用管材に対する構造照査（許容される延長、曲線半径等の決定）および施工精度（計測、制御等）を勘案した合理的線形を決定する。

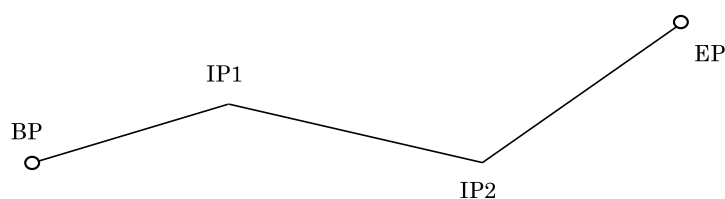


図-1 中心線基本構想

4 線形要素の配置

(1) 基本構想

発進立坑から到達立坑まで直線の組合せで結び、直線の交差部（IP）に曲線を挿入する。縦断線形についても同様な考えで行う（図-1）。

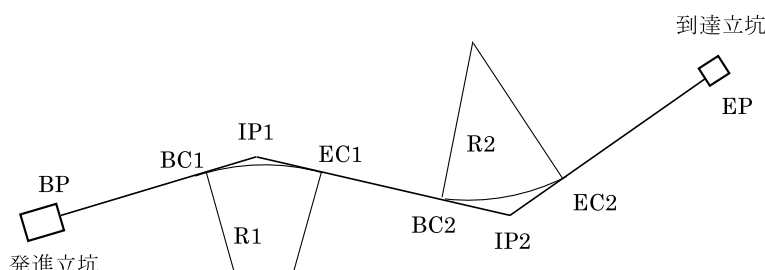


図-2 中心線線形要素

(2) 最終線形の決定

直線の交点に必要な線形要素を入れる。線形要素としては推進工事では円曲線を用いる（図-2）。

や曲線も増えている。

5 工種と線形

(1) 下水道

下水道は原則として自然流下方式であり、縦断線形は等勾配が基本である。また最大流速を3.0m/秒以下にするため勾配値も小さく数パーセント以下である。下水管きょ施工においては縦断勾配を適切に確保することが使命となっている。

(2) インフラ設備（電気・ガス・水道）

電気・ガス・水道・通信管は下水道のように縦断勾配に縛られることは少ない。しかも推進管はさや管として施工し実際の設備を通す役目である。そのため線形はわりと自由で本施設が収まるようなものであればよい。また発進および到達の立坑を浅くすることで経済的なメリットが出てくるので、両立坑を浅くした縦断曲線も用いられている。

(3) 小口径管路

人が管内に入れない自動施工のため基本的には直線施工であるが、近年のニーズの拡大により長距離施工

6 平面線形と管径および曲線の位置

(1) 管径と曲線半径（大中口径 小口径）

曲線の最小半径は掘進技術と深く関わっており、推進管の管径が大きいと最小曲線半径は大きくなり管径が小さいと小さくなる。また施工方法や管径および土質によっても曲げ易さは異なり一概には言えないが、おおその目安は管径の約30倍が最小半径になる。この値も技術革新と共に小さくなっておりR=15mの施工実績もある。推進工法体系Ⅱ（2016年版）第8編 推進工法の計画設計 第4章基本設計ではカーブ中の目地の開口差Sdを65mm以内と規定している。これによるとφ1200mmで標準管（L=2.43m）を使用した場合の最小半径は50m、半管（L=1.20m）の場合は30mとなっている（詳細は推進工法体系Ⅱ2016年版 表8.4-26 呼び径、曲率半径別、管継手部の開口差Sdを参照）。

(2) 長距離施工について

推進工法体系Ⅱ2016年版において、長距離施工とは掘進延長が呼び径の250倍を超えた場合または500mを超えた場合と定義されている。これによるとφ1200mm