

VI-11

国道7号線直下でのけん引工法による下水道函渠の施工に伴う路面沈下の予測と実績

秋田市 環境部
清水建設（株） 正会員 ○ 高橋 慎一
清水建設（株） 正会員 今野 得郎

1.はじめに

秋田市は水と緑の調和する地域をめざして下水道水緑景観モデル事業を推進している。当工事は事業の一環として、市内新屋大川町地域を流れる新屋排水路を整備するものである。施工延長約100mのうち国道横断部の下水道函渠(1=25m)はけん引(フロンティック)工法を採用した。国道を挟んだ両側の立坑内で函体(内空断面W3.9m×H2.73m, $l_1=12.25m$, $l_2=12.75m$)を築造後、相互けん引する方式とした。

日交通量約1.5万台,土被り約4.5m,国道と60°で斜交する函体のけん引である。

路面下には電話ケーブル,上・下水管の地下埋設物が,道路直上・直近には横断歩道橋と新屋橋の既設構造物が存在した。施工にあたり,道路面の安全走行確保、近接施工が課題となった。以下に計測管理のうち,路面沈下の予測・実績による解析と実績について報告する。

2.地質と施工概要

地質は大別して盛土層,上部砂層,シルト層,細砂層で構成されている。

盛土層は砂質土が主体の現国道の盛土(S1)とシルト主体で岩塊が混入する旧国道の盛土(AC1)に分類され,その下の上部砂層(S2)は細砂,粗砂,砂礫で構成される。以下砂質シルト(AC2),細砂(S3),粘土質シルト(AC3),細砂(S4)である。地下水位は路面から約-3.5mの旧国道盛土(AC1)中にある。図1平面図,図2縦断図,図3横断図を示す。

立坑の土止め杭は鋼矢板とし,支保は切張りとかラッド・アンカー方式を併用した。上下流の函体上部の土止め杭はけん引時にタイロッド方式にもり変えた。

主要補助工法としてパイプ・ラフ(以下PRと呼称する)と薬液注入を採用した。PRはけん引時の切羽崩壊に伴う地表面の陥没・変状範囲の拡大防止を目的とし,新屋橋橋台,歩道橋の防護からII型形状に配置した。管径はAC1層の岩塊等へ遭遇時に人力による管内処理が可能なφ812.8mmを採用した。薬液注入は切羽自立を目的とする

範囲(ソフトゾーン)と函体周囲の止水とゆるみ防止を目的とする範囲(ハードゾーン)に分類して注入範囲・仕様を決定した。測点1,2の近傍にある歩道橋直接基礎の下部も沈下防止を目的に薬液注入を行った。薬液注入は二重管復相注入工法を採用した。

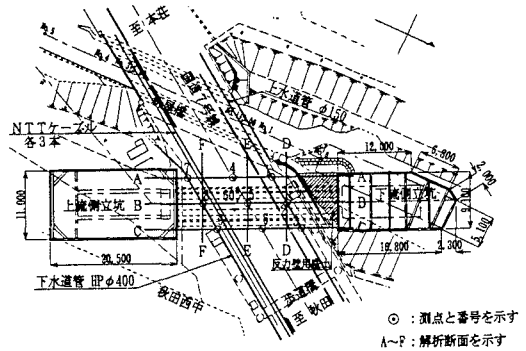
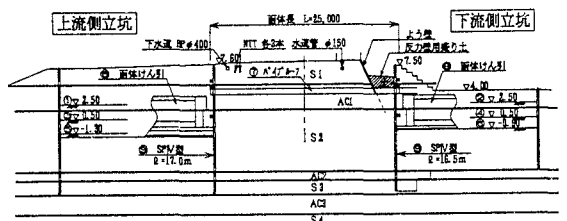


図1 平面図



①～⑥は解析ステップを示す。

図2 縦断図 (B-B)

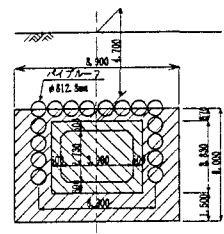


図3 横断図 (E-E)

表1 土質定数一覧表

土質	種類	γ t/m ³	C t/m ²	ϕ 度	ν	E t/m ²
S1	8	1.7	0	26	0.35	560
Ac1	4	1.4	2.5	0	0.4	300
S2	16	1.7	0	30	0.35	1120
Ac2	8	1.4	5	0	0.4	600
S3	14	1.7	0	30	0.35	980
Ac3	10	1.4	6.4	0	0.4	770
S4	19	1.7	0	35	0.35	1330

表2 解析断面一覧表

予測モデル	解析断面	解析ステップ
a. 立坑掘削に伴う路面変位	B-B	(1)②③④⑤⑥
b. パイプ・ラフ施工完了時の路面変位	D-D, E-E	(7)
c. 両体推進完了時の路面変位	F-F	(8)
d. 土留め弾引後きの路面変位	A-A, B-B, C-C	(9)

3. 解析ステップと沈下量予測モデル

解析は施工順序に沿って以下のステップとした。

①上流側立坑1,2,3次掘削(薬液注入基面) → ②下流側立坑1次掘削(薬液注入基面) → ③上流側立坑4,5次掘削(上段水平おーリング基面) → ④下流側立坑2次掘削 → ⑤上流側立坑6次掘削(下段水平おーリング, PR基面) → ⑥下流側立坑3次掘削 → ⑦PR工 → ⑧函体けん引工 → ⑨立坑埋戻し土止め矢板引き
予測モデルは以下の考え方で解析した。

a. 立坑掘削に伴う地盤変位は弾性FEM解析を上流側, 下流側の各立坑ごとに分けて行い, 両解析結果を重ね合わせるにより算出した。(ステップ①②③④⑤⑥)

b. PR工による路面変位はφ812.8mmの鋼管1本前進時の変位をJeffery式で計算し, 函体横断面方向の本数分を重ね合わせるにより算出した。(ステップ⑦)

c. 函体けん引工による地盤変位は, 函体けん引時PR内を掘削したと仮定しFEM解析で求めた。解析断面はけん引横断方向とし, 矢板間の支持状態は継手部の遊び, 余堀の影響を考慮してピン支点で考慮した。(ステップ⑧)

d. 土止め壁(鋼矢板)引き抜きによる路面変位はNTT⁽¹⁾が提案している「土止め杭引き抜き時の地盤沈下は杭及び付着土砂により生じる地盤中の空隙と周辺地盤の沈下量は等しく, 沈下分布は土止め背面で最大の三角形分布」で求めた。(ステップ⑨)

解析に使用した土質定数とステップごとの解析断面を表2, 表3に示す。

4. 計測管理と沈下実績について

9箇の測点のうち最も大きな沈下量を記録した道路横断方向の測点2, 5, 8と道路縦断方向の測点7, 9の解析と計測値を図4に示す。事前の予測値が8~9cmに及ぶことから路面, 地下埋設物の計測管理値は各管理者とヒアリングを行い管理限界値を6.0cmと設定した。限界値を3等分し, 3.0cmを1次警戒値, 5.0cmを2次警戒値とした。なお, 地下埋設物沈下の代表特性として地表面の計測値を採用した。1次警戒値以上で埋設管の継手角度等をシミュレーションし影響度評価を行い, 2次警戒値以上で沈下防止の具体策を行うこととした。

最大沈下量は測点5, 8で5.4~5.6cmであった。

以下に各ステップごとの解析値と計測値の差異について述べる。

Step1~6(上下流立坑掘削時)では, 道路縦断方向の測点7~9は上流側土止め壁の直近であり解析値と計測値は比較的一致している。道路横断方向の測点2, 5で計測値が解析値より少ないのは, 下流側立坑沿いにはコンクリートと石積みのような壁が存在したこと, 歩道橋基礎下部の地盤改良の効果により立坑の掘削に伴う変形が拘束されたためと推定される。

Step7~8(PR工, 函体けん引時)では, PR・けん引函体の中心線上の測点2, 5, 8及び端部の測点7, 9の沈下量沈下傾向とも計測値は解析値と一致している。

Step9(鋼矢板引き抜き, 埋め戻し完了時)では, 測点7, 9は解析値に比べて計測値が少ないのは, 薬液注入により土止め壁背面が地盤改良されたので, 鋼矢板引き抜きに伴う付着土砂率が低下した結果と推定される。

5. おわりに

本工事の施工にあたりご指導をいただいた道路, 埋設物の管理者をはじめ, 関係各位に厚くお礼申し上げます。

(1) 本田, 山本, 阿江: 土留め杭引き抜きに伴う地盤沈下予測方法に関する一考察,

土木学会第39回年次学術講演会, 昭和59年

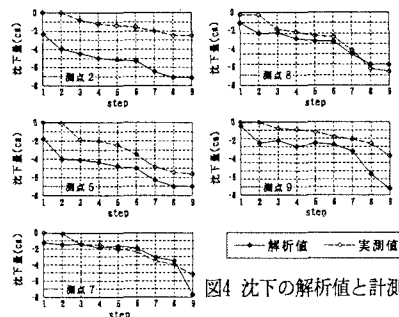


図4 沈下の解析値と計測値