

無人化ケーソン工法の施工管理事例

NTT関西設備建設総合センタ 土木技術部 正会員○鎌田敏正
同
株式会社協和エクシオ 関西支店 土木部
河原崎敏夫

1. はじめに

現在、大都市においては都市空間の有効利用という観点から、地下空間を最大限利用しようとしている。

それに伴い、大都市におけるシールドトンネル工事および立坑工事は大深度となり、それらに対応可能な工法の採用が増加するものと考えられる。

本報告は、淀川横過シールドトンネルの発進用立坑（大深度工事）を無人化ニューマチックケーソン工法を採用し構築したものであり、その施工管理結果特に“ケーソン傾斜修正”について述べるものである。

2. 工事概要（図-1参照）

立坑の深さは淀川横過トンネルの土被りから決定され、ケーソン沈設深さは GL-48.23m、最大作業圧気圧は 3.4kgf/cm²となることから無人化掘削方式を採用し作業環境の改善と工期短縮を図った。

また、軸体形状は円形（外径 φ11m、壁厚 1m）とし、構築ロッド数は11とした。

地質構成は地表から盛土、沖積層、段丘層、大阪層群の順に堆積している。沖積層（GL～-24mまで）は、緩い砂質土とシルト層が交互に堆積する、段丘層（GL-29mまで）は、天満砂礫層の相当層で礫径 2～50mmで非常に密な締まりを示す。また、大阪層群は砂層と粘土層が交互に堆積し砂層は粒径が均一である。粘土層はN値20前後で非常に硬い締まり具合を示す。

自由地下水位はGL-1.5mであり、間隙水頭は段丘層、大阪層群砂層で GL-11mである。

3. 施工管理（傾斜修正について）

3-1 傾斜管理

傾斜管理として立坑ベースに傾斜計（DC-120）を2台設置し、コンピュータによりリアルタイムな傾斜角の測定を実施した。

また、垂直精度管理目標値は 1/500として施工にあたった。

3-2 沈設に伴う傾斜状況及び傾斜要因

沈設初期は管理値内に修まっていたが、第5ロッド(GL-23m)付近からD点側に傾斜が 39mm(約1/280)まで増大したため各種の対策を講じ 15mm(約1/730)まで傾斜修正を行った。

初期の傾斜修正は、図-2に示すA. B. C. Dに取り付けた100t油圧ジャッキとガイドローラを使用し、函内では傾斜側の刃口周辺土砂を残したり、あるいは刃口下に尺角を敷く等に

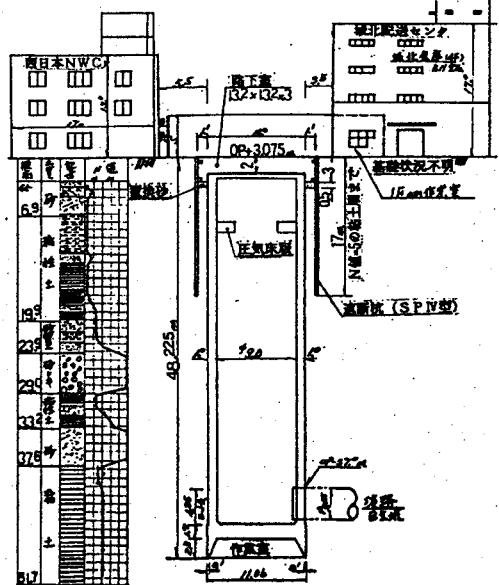


図-1 工事概要図

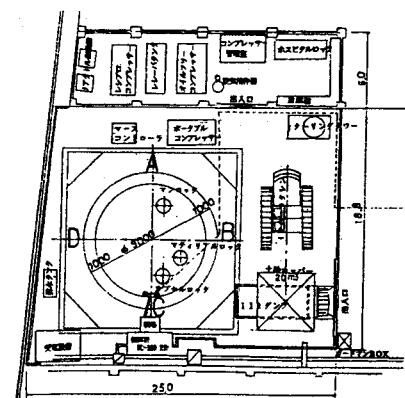


図-2 機器配置と計測方向図

より修正を行い、GL-10～-20mでは傾斜 10mm 前後まで修正できた。しかし、GL-23m付近から急にD点側に傾斜が増大した。これは、砂質土及び砂礫層付近より傾斜が徐々に増大しており、土質的な要因とケーソン外周摩擦力の不均一によるものと考える。

ケーソン傾斜要因としては、一般的につぎのことが考えられる。

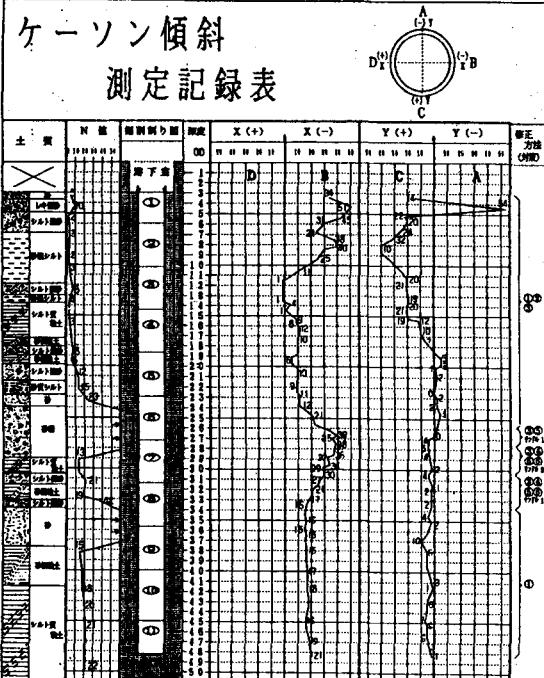
- ①掘削方法によるもの。（バケット穴を先掘りすることに起因する）
- ②ケーソン偏荷重によるもの。（ロック、シャフトの偏心に起因する）
- ③地上からの偏土圧によるもの。（クローラクレーン、土砂ホッパ等の荷重）
- ④ケーソン外周摩擦力の不均一によるもの。

3-3 傾斜修正の対策と効果

傾斜修正の方法について

- ①傾斜している側の土砂を残して沈設。
 - ②刃先下に枕木を設置して沈設。
 - ③傾斜防止用サンドル100t-4本を、軸体に影響を及ぼさない程度に使用した。
 - ④B点側をA-アンカ100t-2本により圧入し、偏荷重をかけた。
 - ⑤作業室D点側へ作業に影響を及ぼさない範囲でサンドルを組み立てた。
 - ⑥サンドル裏側の刃口裏まで余掘りした。
- アースアンカーは、ケーソンの沈下スピードが緩やかな場合、偏荷重としての効果はあったが急速に沈下するとジャッキスピードが追いつかず効果は無い。
- 27.5m～33.5m間でサンドルを撤去して沈下させたら、傾斜が増加したことを考えるとサンドルが一番効果があったと思われる。

表-1 傾斜測定記録表



The table is a 'Keison Tensei Test Record Table' (Table 1). It includes a circular diagram at the top right with points A, B, C, and D. The table has columns for Soil Type, N Value, Slope Correction Factor, Depth, X (+), X (-), Y (+), Y (-), and Slope Correction Factor (continued).

土・質	N 値	傾斜補正率	深度	X (+)	X (-)	Y (+)	Y (-)	補正 方法 (continued)
			00					
			01					
			02					
			03					
			04					
			05					
			06					
			07					
			08					
			09					
			10					
			11					
			12					
			13					
			14					
			15					
			16					
			17					
			18					
			19					
			20					
			21					
			22					
			23					
			24					
			25					
			26					
			27					
			28					
			29					
			30					
			31					
			32					
			33					
			34					
			35					
			36					
			37					
			38					
			39					
			40					
			41					
			42					
			43					
			44					
			45					
			46					
			47					
			48					
			49					
			50					
			51					
			52					
			53					
			54					
			55					
			56					
			57					
			58					
			59					
			60					
			61					
			62					
			63					
			64					
			65					
			66					
			67					
			68					
			69					
			70					
			71					
			72					
			73					
			74					
			75					
			76					
			77					
			78					
			79					
			80					
			81					
			82					
			83					
			84					
			85					
			86					
			87					
			88					
			89					
			90					
			91					
			92					
			93					
			94					
			95					
			96					
			97					
			98					
			99					
			100					

4. まとめ

ケーソン傾斜測定記録表（表-1）に示すとおり、ケーソン深度が20m程度迄は刃口下土砂を残す傾斜修正方法でも対処出来たが、それより深くなるとこの方法では、傾斜の反対方向を先掘りするため、さらにケーソン刃先が移動し傾斜が増大する。ゆえに、傾斜側刃口の余掘りとサンドル組立により、刃口を傾斜側に移動させ、修正を行う方法が最も効果があると思われる。今回のアースアンカー施工については途中からの施工であり、計画的な準備も出来ずケーソンが急速に沈下した場合、ジャッキスピードが追いつかず効果が薄かった。

本工事では、第5ロッド以降11ロッドまで無人掘削の計画であったにもかかわらず、傾斜修正のため6～8ロッドは一部有人掘削となってしまったが種々対策を行った結果、当初目標である垂直精度1/500以上の1/550で施工出来た。

5. おわりに

本工事のように大深度のニュマチックケーソンにおいては傾斜修正は非常に難しく、特に土層が粘土・砂・砂礫の互層の場合、傾斜が発生し易い状況であることは明らかである。

今後無人化ケーソンが前提であれば、傾斜修正を必要としない施工技術の確立が必要である。