

## 4

## 市街地での大口径鋼製リング圧入工法の適用

今野 夏実\*1・山田 宣彦\*1・西村 知晃\*2・橋本 崇俊\*3

## 概 要

都内の市街地で配水本管（2200 mm）用の発進立坑や到達立坑の築造および泥土圧式シールド工法によるトンネル築造工事を実施するにあたり、泥土圧式シールド工法による配水本管（2200 mm）用の発進立坑の施工箇所が民家と非常に近接していたことから、発進立坑の築造には周辺地盤へ影響を与えない大口径鋼製リング圧入工法が採用された。また、近接家屋への影響を把握するため、発進立坑と近接家屋との離隔と等距離の位置の作業ヤード内に、水平変位計や層別沈下計等の各種計測器を設置して施工を進めた。

本報告では、大口径鋼製リング圧入工法による発進立坑築造時の計測結果と二次元 FEM による解析結果との比較を行い、設計条件どおりに施工ができたことを確認した。

キーワード：鋼製リング、近接、地表面変位、二次元 FEM

APPLICATION OF A LARGE DIAMETER STEEL RING INSERTION METHOD  
IN URBAN AREA

Natsumi KONNO \*1, Nobuhiko YAMADA \*1, Tomoaki NISHIMURA \*2, Takatoshi HASHIMOTO \*3

## Abstract

We at Tekken planned construction of a tunnel with two portals (starting shaft and arrival shaft) in the Tokyo urban area in order to lay the main water distribution pipe 2200 mm in diameter by a mud pressure shield method. Considering that the location of the starting shaft of a 2200 mm main pipe was very close to private homes in the vicinity, the project adopted a large diameter steel ring insertion system which has been proven to exert no adverse impact on the surrounding ground.

In addition, in determining the impact on the nearby homes, various measuring instruments such as horizontal displacement meters and layer settlement meters were installed in the work yard at same distances reproducing those between the starting shaft and the nearby homes. The procedure thus taken was helpful in completing the construction smoothly.

This paper first reports the comparisons we have made at the time of constructing the starting shaft by means of a large diameter steel ring insertion, between actual measurements and two-dimensional FEM analysis, then the validity of this approach that made it possible to complete the project according to design conditions.

Keywords: Steel ring, Proximity, Displacement of ground surface, Two-dimensional FEM analysis

---

\*1 Underground Structure Group, Underground / Foundation Department, Civil Engineering Division

\*2 Manager, Underground Structure Group, Underground / Foundation Department, Civil Engineering Division

\*3 Project Manager, JV Minamimizumoto Work Site, Tokyo Branch

## 市街地での大口徑鋼製リング圧入工法の適用

今野 夏実\*1・山田 宣彦\*1・西村 知晃\*2・橋本 崇俊\*3

### 1. はじめに

本工事は、配水本管（2200 mm）用の発進立坑や到達立坑の築造および泥土圧式シールド工法によるトンネル築造工事である。都内の市街地における施工であり、発進立坑は図-1 に示すように、民家と非常に近接している。そのため、発進立坑の築造には周辺地盤への影響が少ない大口徑鋼製リング圧入工法であるアーバンリング工法が採用された。発進立坑築造による近接家屋への影響の把握および管理値の設定を目的に、施工前に二次元 FEM による影響解析を実施した。また、施工における近接家屋への影響を把握するため、発進立坑と近接家屋との離隔と等距離の位置の作業ヤード内に水平変位計や層別沈下計等の各種計測器を設置した。本報告では、アーバンリング工法による発進立坑築造時の計測結果と施工前に行った二次元 FEM による解析結果との比較について述べる。

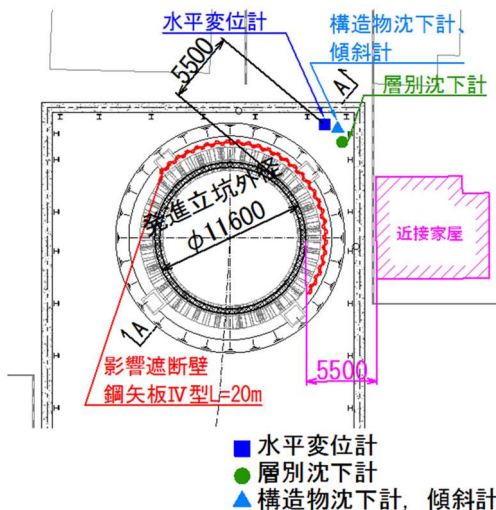


図-1 発進立坑平面図

### 2. 工事概要

#### 2.1 発進立坑構造概要

発進立坑の断面図を図-2 に示す。立坑は鋼製セグメントを用いた、外径  $\phi 11.6$  m × 沈設長 36.6 m の円形である。なお、影響遮断壁として、民地側に鋼矢板IV型 L=20.0 m を半円形に打設した。

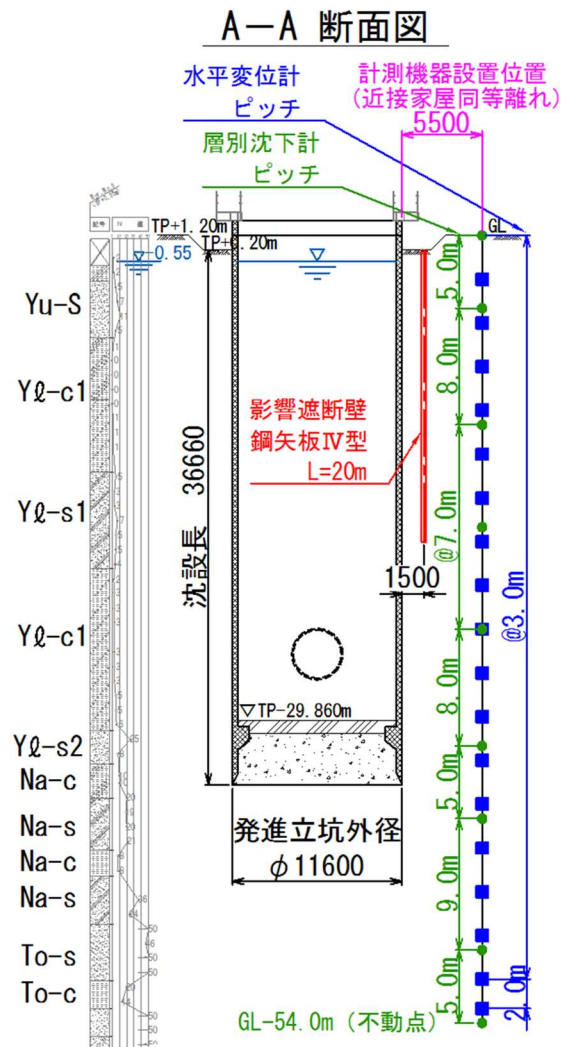


図-2 発進立坑断面図

\*1 土木本部 地下・基礎技術部 地下構造グループ

\*2 土木本部 地下・基礎技術部 地下構造グループ グループリーダー

\*3 東京支店 JV 南水元シールド作業所 所長

表-1 地盤条件

地層名	記号	設計N値	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 C(kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	変形係数 $\alpha E_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	ポアソン比
細砂	Yu-s	5	16.7	0	35	16000	0.3
砂混りシルト	Yl-c1	1	16.5	55	0	20000	0.3
シルト質細砂	Yl-s1	4	17.5	0	35	12000	0.3
砂混りシルト	Yl-c1	3	16.5	55	0	20000	0.3
細砂	Yl-s2	16	17.8	0	35	40000	0.3
砂質シルト	Na-c	13	17.0	80	0	52000	0.3
シルト質細砂	Na-s	20	17.7	0	35	100000	0.3
シルト	Na-c	8	17.0	80	0	52000	0.3
シルト質細砂	Na-s	30	17.7	0	35	10000	0.3
細砂	To-s	49	17.7	0	35	132000	0.3
シルト	To-c	17	17.0	100	0	200000	0.3

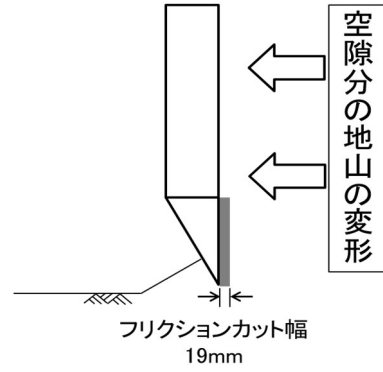


図-4 地山変形の概念図

2.2 地質概要

施工地点の地質は、表層部に軟弱なシルトおよび砂層を主体とする有楽町層 (Yu, Yl) が堆積している。有楽町層の下位は、やや締まった砂およびやや硬い粘土の互層を呈する七号地層 (Na) が堆積している。これら沖積層の下位に東京層 (To) と呼ばれる砂、粘土が堆積している。地下水位はボーリング調査結果より、GL-1.75 m であった。

本工事の地盤条件にもとづき設定した、解析に用いた地盤定数を表-1 に示す。

3. 解析概要

解析モデル概要図を図-3 に示す。アーバンリング工法による掘削であることを考慮して、次のように定めた。STEP1: 初期応力解析。地表面上に載荷重を与えた状態での初期応力解析を行う。STEP2: オーバーカットに伴う変位を考慮。立坑断面を掘削後、フリクションカット部 (19 mm) の空隙による水平方向変位を強制

表-2 土量の変化率

分類名称 主要区分	変化率L	変化率C
レキ質土	1.2	0.9
砂および砂質土	1.2	0.9
粘性土	1.25	0.9

(注) 本表は体積 (土量) より求めたL, Cである。

※国土交通省土木工事積算基準「2章、土工」より

L: ほぐした土量(m<sup>3</sup>) / 地山の土量(m<sup>3</sup>)

C: 締め固めた土量(m<sup>3</sup>) / 地山の土量(m<sup>3</sup>)

変位として作用させる。フリクションカット部の影響による強制変位量の設定については、図-4 に示すように、地山は最大で空隙分 (フリクションカット幅) だけ変位すると考える。そこで、土量の変化率に着目し、強制変位量を設定する。空隙内にほぐした砂が充填され、土圧等により再度締め固められると考えると、表-2 に示す体積変化率より、締め固められた砂の厚さを算出する。これより、水平方向の地山の変位量を設定した。STEP3: 鋼製リング沈設に伴う地山の引きずり込みを考慮。地盤と鋼製リ

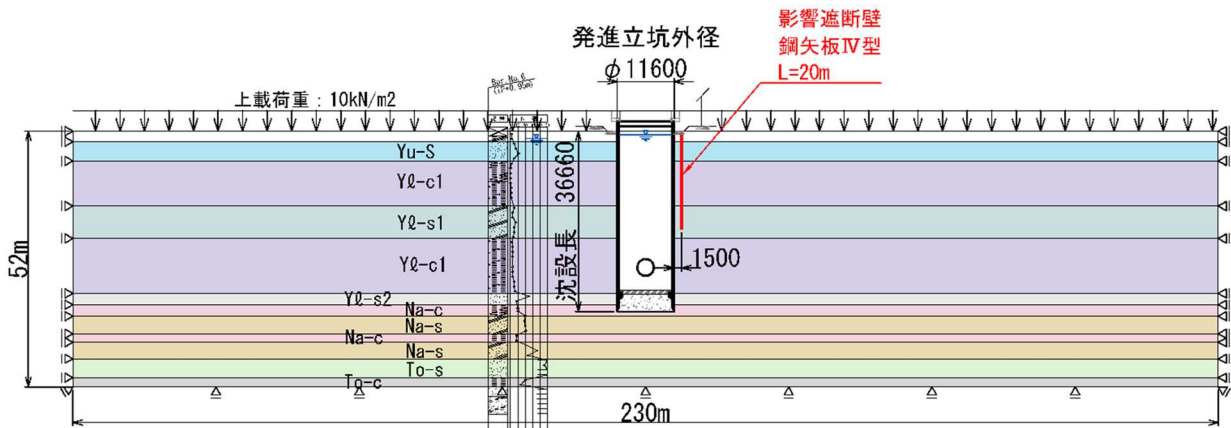


図-3 解析モデル概要図

ングの接触面に鉛直下向きの周面摩擦力を作用させる。STEP1～STEP3 の解析概要図を図-5～図-7に示す。

#### 4. 解析・検証結果

##### 4.1 実施圧入力

立坑施工時の実施圧入力を計画圧入力と比較した結果を図-8に示す。計画圧入力の値は、地盤の土質区分および N 値から算出した先端

抵抗力と周面摩擦力の和から、アーバンリング重量および圧入桁の重量を控除した値である。実施圧入力は、概ね計画圧入力どおりの結果を示した。

##### 4.2 地表面変位

層別沈下計による地表面変位の計測結果と二次元 FEM で得られた解析結果を比較した図を図-9に示す。解析値は計測値を精度よく表すことができた。

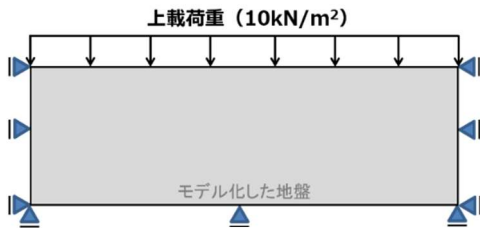


図-5 STEP1 解析概要図

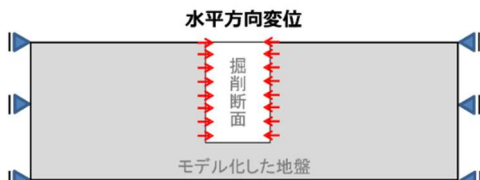


図-6 STEP2 解析概要図

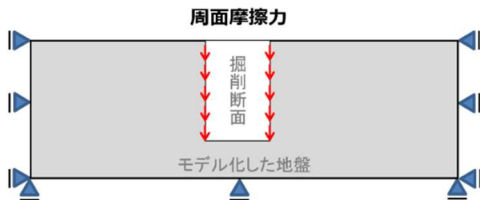


図-7 STEP3 解析概要図

#### 5. まとめ

計測値と解析結果の比較により、計測値がほぼ設計に即した結果であったことから、影響解析が妥当であることを確認することができた。

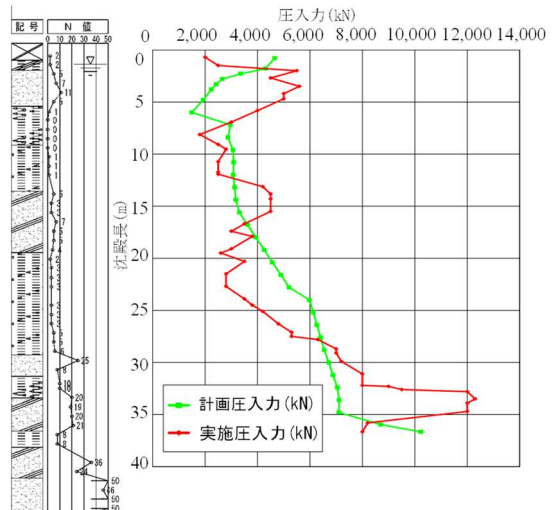


図-8 圧入力施工実績

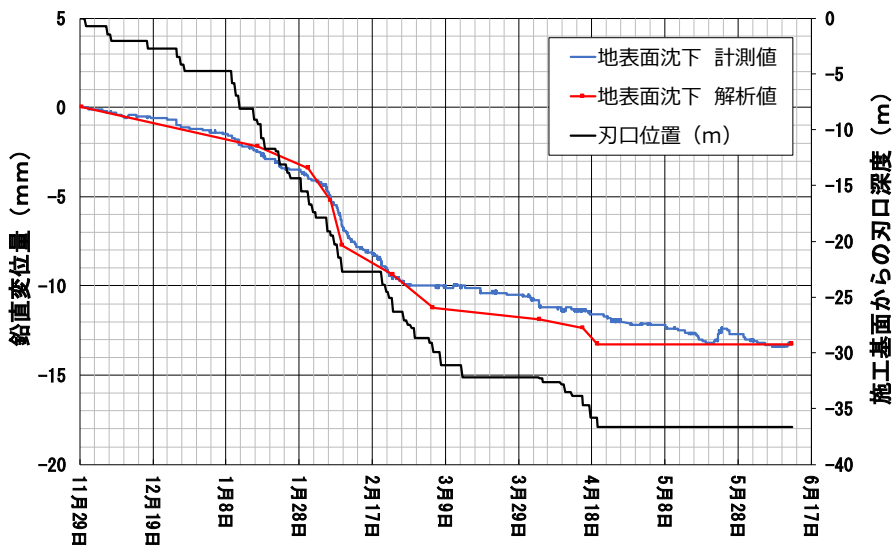


図-9 地表面変位図