

大深度トンネル技術検討委員会

第3回 委員会資料

平成18年 3月 22日

国土交通省 関東地方整備局 道路部

1. 第3回委員会検討項目

本委員会における検討項目のうち、第3回委員会では、以下の□を検討する。

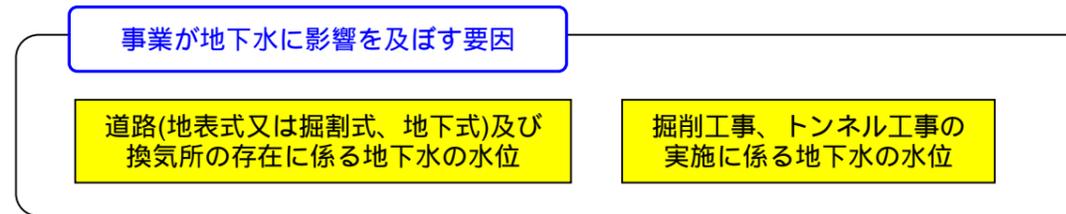
| | 検討項目 | 第2回委員会検討事項 | 第3回委員会検討事項 |
|-----------------|-------------------|--|--|
| 基本構造の確認 | 1) 大断面シールド掘削技術の検討 | セグメント、シールド機、施工および施工設備に関し、大断面・長距離シールドトンネルの施工が可能であることを確認 | シールドトンネル周辺への影響（地下水、地震、振動、火災等）の検討 |
| | 2) 大深度法適用に係る検討 | 本線シールド、地中拡幅部への大深度法の適用深度を検討 | |
| | 3) 換気方式の検討 | 換気方式（縦流換気方式）、換気系統、換気施設規模の計画を立案 | 火災等発生時の検討 |
| 分岐合流部における地中拡幅工法 | 4) 地中拡幅工法の検討 | シールドトンネル分岐合流部における大規模地中拡幅の施工実現性を確認 | 分岐合流部の周辺への影響（地下水、地震、振動、火災等）の検討 技術開発の方向性検討 |
| 避難方式 | 5) 避難方法の検討 | 避難方式（連絡坑方式、床版下方式）の検討 | 火災等発生時の検討 |
| その他シールド工法の合理化等 | 6) シールド工法の合理化検討 | | セグメントの幅広化の検討 |
| | 7) 交通運用の検討 | | 火災等発生時の検討 |
| | 8) 救急・消火支援施設の検討 | | 火災等発生時の検討 |

2. 地下水に及ぼす影響検討

2.1 地下水影響解析の目的と保全対象

2.1.1 地下水影響解析の目的

外環本線は、極力大深度地下を活用した直径約16mの2本のシールドトンネルとし、ジャンクション及びインターチェンジ部の連結路は、シールドトンネル、開削トンネル及び掘割構造で計画している。これらの構造物が、地下水の流動方向と交わる方向に構築された場合には、図2.1のような「地下水流動阻害に伴う問題」が生じる可能性が想定される。地下水への影響の程度を定量的に把握することを目的として、地下水影響解析により、浅層地下水及び深層地下水¹⁾への影響度を予測した。



1) 浅層地下水：地表から深さ約5～25mの立川礫層及び武蔵野礫層中に存在する地下水。
 深層地下水：立川礫層及び武蔵野礫層より深い位置の上総層群の砂層及び砂礫層に存在する地下水。

2.1.2 保全対象

計画路線周辺の地下水環境に係わる保全対象は、表2.1に示すとおりである。

表2.1 計画路線周辺の保全対象

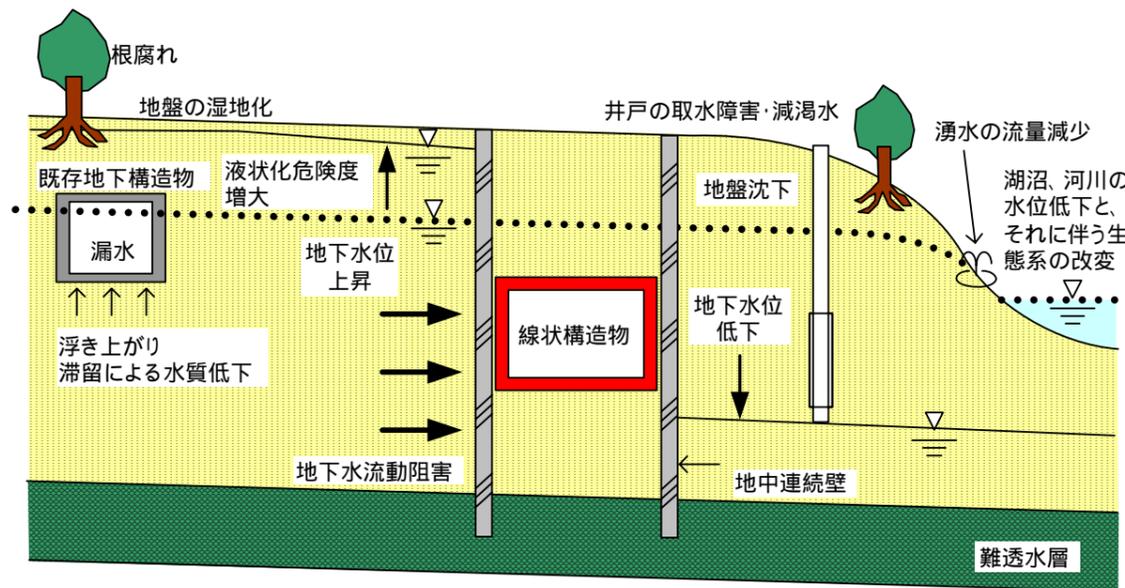
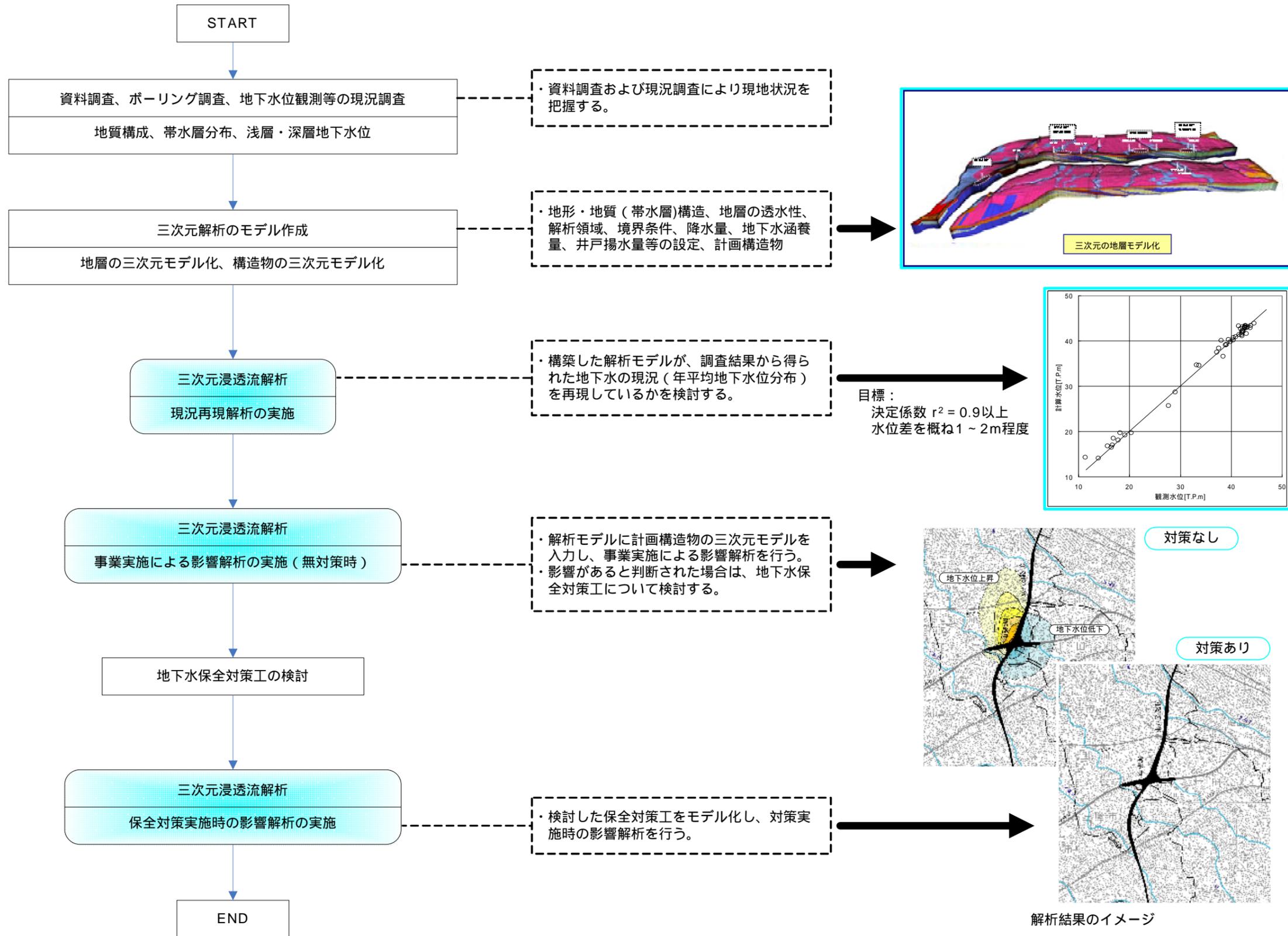


図2.1 地下工事に伴う一般的な地下水流動阻害の問題 (西垣他(2002)に塗色および加筆、修正)

| 保全対象項目 | 地下水との関係 | 予測区域内の保全対象物 | |
|------------|---------|---|---|
| 浅層地下水に係るもの | 湧水 | 湧水は、崖線や河床から浅層地下水が湧出しているものである | 湧水は、神明の森みつ池、八の釜の湧き水等、81箇所存在する。 |
| | 池沼 | 池沼の水は、浅層地下水と涵養関係がある。三宝寺池、石神井池、善福寺池、井の頭池では、水面維持のために井戸からの水の供給を受けている | 三宝寺池、石神井池、善福寺池、井の頭池、神明の森みつ池、烏山弁天池、実篤公園二段池 |
| | 河川 | 河床を通じて、浅層地下水との涵養関係がある | 野川、仙川、神田川、善福寺川、石神井川、白子川、玉川上水 |
| | 井戸 | 水道用水源、池沼用水源、防災用等の浅井戸 | 杉並区の水源井戸 井の頭池、善福寺池へ水を供給している井戸 防災用井戸、個人所有等の井戸 ²⁾ |
| 深層地下水に係るもの | 井戸 | 水道用水源、池沼用水源、防災用等の深井戸 | 狛江市、調布市、三鷹市、武蔵野市の水源用井戸 井の頭池、三宝寺池、石神井池へ供給している井戸 防災用井戸、工場等の井戸 ²⁾ |

2) 個人所有等の井戸、工場等の井戸については、事業実施段階で位置、水位等を調査して、それらに与える影響について検討する。

2.2 地下水浸透流解析の流れ



2.3. 地質・水環境の特徴と地下水解析手法の選定

2.3.1 計画路線周辺の地質・水環境の特徴

計画路線周辺には、沖積層、立川礫層、関東ローム層、武蔵野礫層、世田谷層及び上総層群が面的に層厚や連続性を変えて広がっている。

地下水は、立川礫層および武蔵野礫層に存在する浅層地下水と、上総層群中の砂・礫層に存在する深層地下水がある。浅層地下水の流向は地形と調和的な方向（概ね西から東）に向かっているのに対して、深層地下水は浅層地下水と異なり、水源用井戸の揚水の影響を受けている。

野川や三宝寺池等では、浅層地下水と河川や池沼および湧水等の地表水との水のやり取りがある。

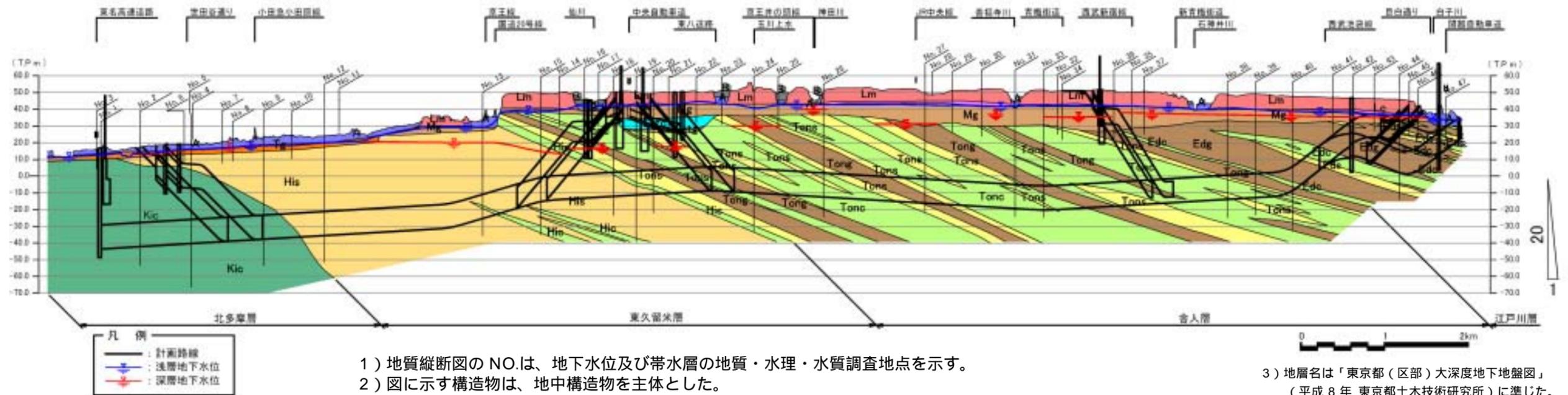


図 2.2 計画路線沿いの地質縦断図

2.3.2 地下水解析における必要条件

- ・地層の三次元構造を適切に表現でき、かつ広域地下水流動場の解析が可能
- ・複数の帯水層（浅層地下水・深層地下水）を同時に解析がすることが可能
- ・河川等の地表流の影響を考慮することが可能
- ・構造物モデルを取り込めるメッシュの自由度がある

選定した解析手法

三次元浸透流解析
 (プログラム名: GETFLOWS)

凡例

| 地質時代 | 地層名 | 地質記号 | 層相 |
|------|---------|------|-------------|
| 更新世 | 盛土、埋土 | B | 礫混じり土主体 |
| | 沖積層 | A | 軟質な粘性土、腐植土 |
| 第四紀 | 関東ローム層 | Lm | 火山灰質粘性土 |
| | ローム質粘土層 | Lc | 粘土化した関東ローム層 |
| | 立川礫層 | Tg | 砂 礫 |
| | 武蔵野礫層 | Mg | 砂 礫 |
| | 世田谷層 | Seto | 細粒分の多い粘性土 |
| | | Setg | 砂 礫 |

| 地質時代 | 地層名 | 地質記号 | 層相 |
|------|-------|------|-----|
| 第四紀 | 江戸川層 | Edc | 粘性土 |
| | | Eds | 砂 |
| | | Edg | 砂礫 |
| | 上総層群 | Tonc | 粘性土 |
| | | Tons | 砂 |
| | | Tong | 砂礫 |
| | 舎人層 | Hic | 粘性土 |
| | | His | 砂 |
| | 東久留米層 | Hic | 粘性土 |
| | | His | 砂 |
| 北多摩層 | Kic | 粘性土 | |

硬い粘性土が主体の地層

2.4 予測条件

2.4.1 解析領域、境界条件の設定

解析領域は、図2.3に示す幅約6km×延長約20kmの、境界条件が解析結果に影響を及ぼさない広い範囲を設定した。

予測モデルの概要を表2.2に示す。

境界条件は、既存資料及び現地調査結果を基に、解析境界上の地下水水位及び多摩川の平均水位を水位固定条件として与えた。

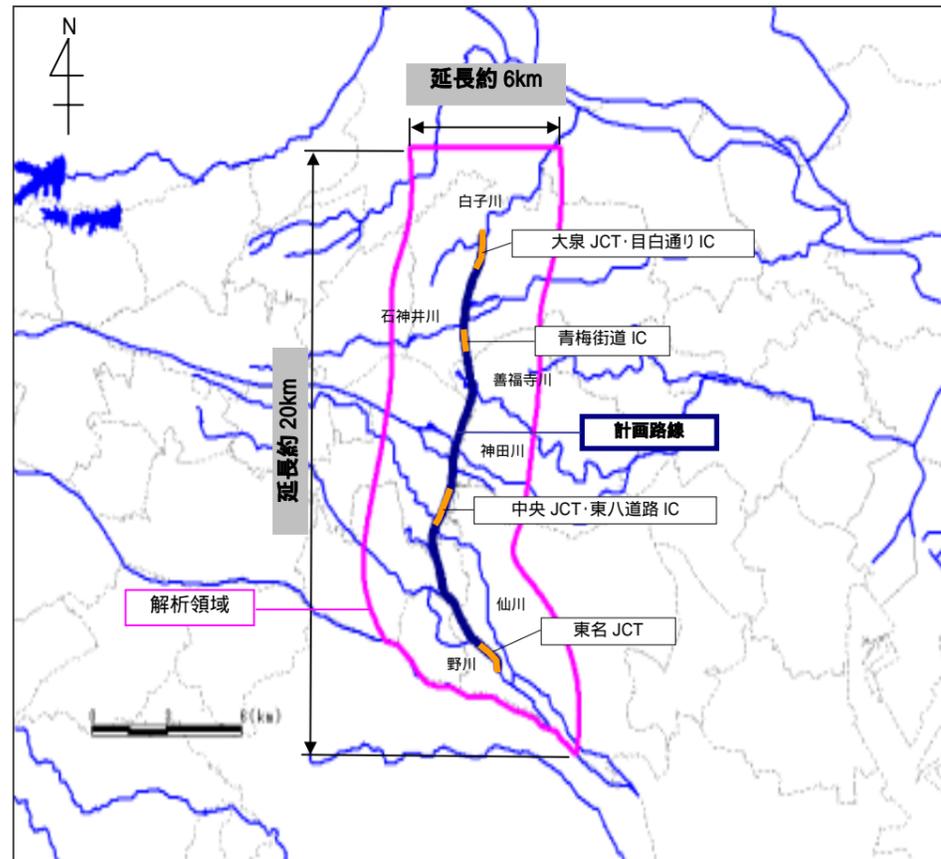


図 2.3 解析領域

表2.2 予測モデルの概要

| 項目 | 内容 |
|---------|--|
| 離散化手法 | 差分法 |
| プログラム名 | GETFLOWS Ver.4 |
| 節点数 | 669,120 |
| 要素数 | 639,540 |
| 最小メッシュ幅 | 高さ方向：1m 水平方向：1m |
| 解析領域 | X×Y=約6 km × 約20 km |
| 境界条件 | 多摩川：多摩川の平均水位で水位固定 その他の境界：解析領域の境界上の水位で固定 |

2.4.2 地層のモデル化

ボーリング調査結果から地層断面図を作成し、これを基に解析範囲内を三次元の地層としてモデル化した。地表部の地形には、「数値地図 5m メッシュ(標高)」(平成 15 年 12 月 国土地理院)を使用した。また、各地層の透水係数は、既存資料及び現地調査結果を基に設定した。

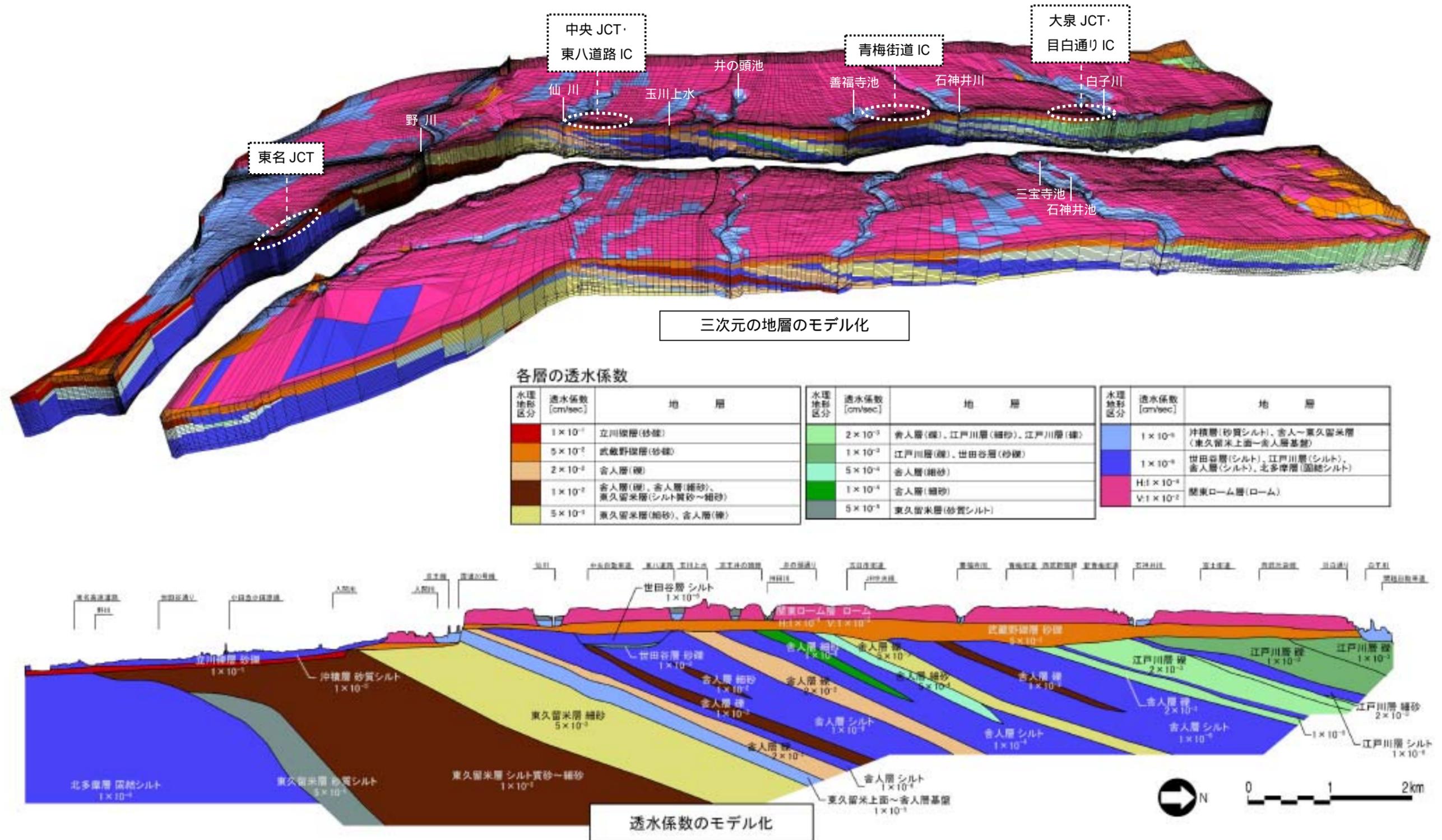


図 2.4 三次元の地層のモデル化及び透水係数のモデル化

2.4.3 構造物のモデル化

道路構造物は、道路（地表式又は掘割式、地下式）及び換気所を三次元モデルとして設定した。
これらの構造物は不透水としてモデル化した。

2.4.4 その他のモデル化

降水条件は、解析領域周辺で観測されたアメダスデータ（1978年～2004年の27年間）から算出した有効降水量（降水量 - 蒸発散量）を基に設定した。
地表面からの流出係数は、「細密数値情報（10mメッシュ土地利用）」（平成6年 国土地理院）を基に降水の地表への流出割合を設定した。
また、本地区では、水道用水源井戸等により地下水が多量に揚水されており、この揚水条件を表2.3に示す「都内の地下水揚水の実態」（平成16年 東京都環境局）を基に設定した。



密閉型シールドトンネルの工事例

最近では、裏込め注入材とセグメント継手部止水シール材等の技術進歩により、ほとんど漏水のないシールドトンネルが数多く施工されています。

表 2.3 都内の地下水揚水の実態（平成16年 東京都環境局）

| 区市名 | 揚水量 |
|------|-------------------|
| | m ³ /日 |
| 世田谷区 | 1,002 |
| 狛江市 | 2,113 |
| 調布市 | 47,572 |
| 三鷹市 | 36,166 |
| 武蔵野市 | 43,016 |
| 杉並区 | 6,766 |
| 練馬区 | 10,216 |

2.4.5 現況再現解析結果

現況の地下水位を再現するために、現況再現解析を行った。現況再現解析結果と観測結果を比較すると、ほとんどの井戸においては概ね1～2mの差に収まっている。また、決定係数(r^2)は、浅層地下水で0.99、深層地下水で0.92となっており、解析により現況の地下水位を再現することができた。

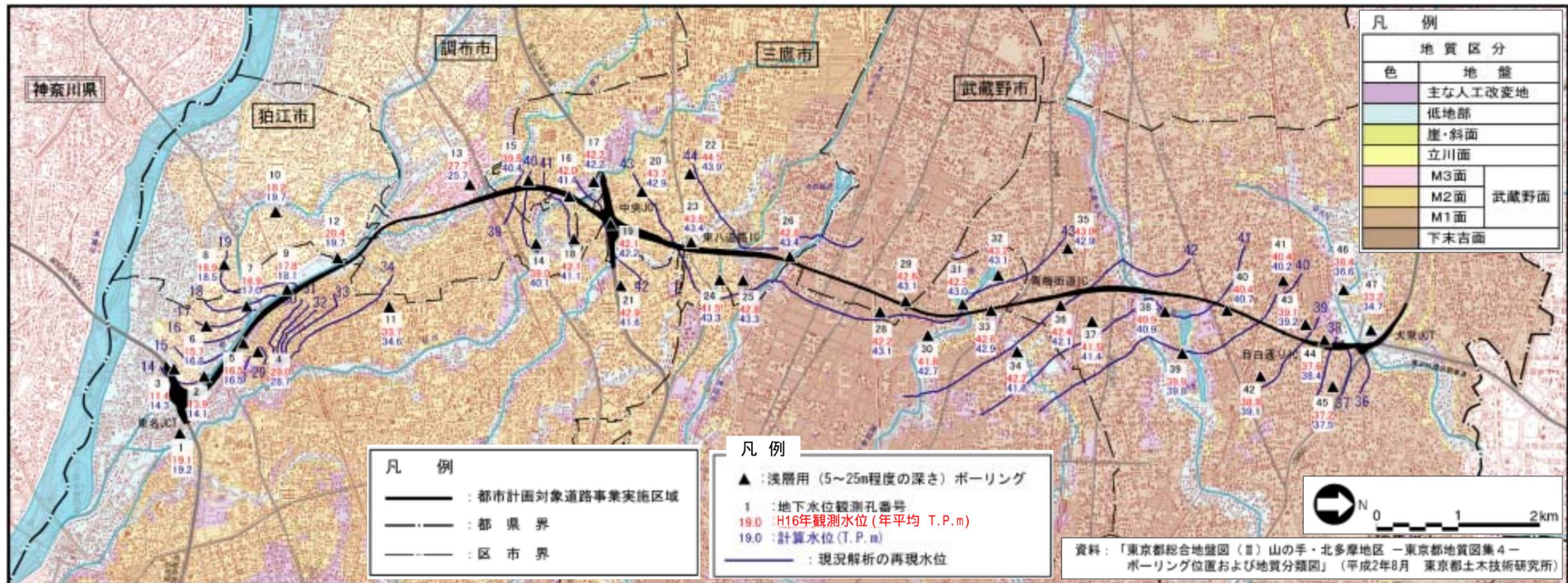
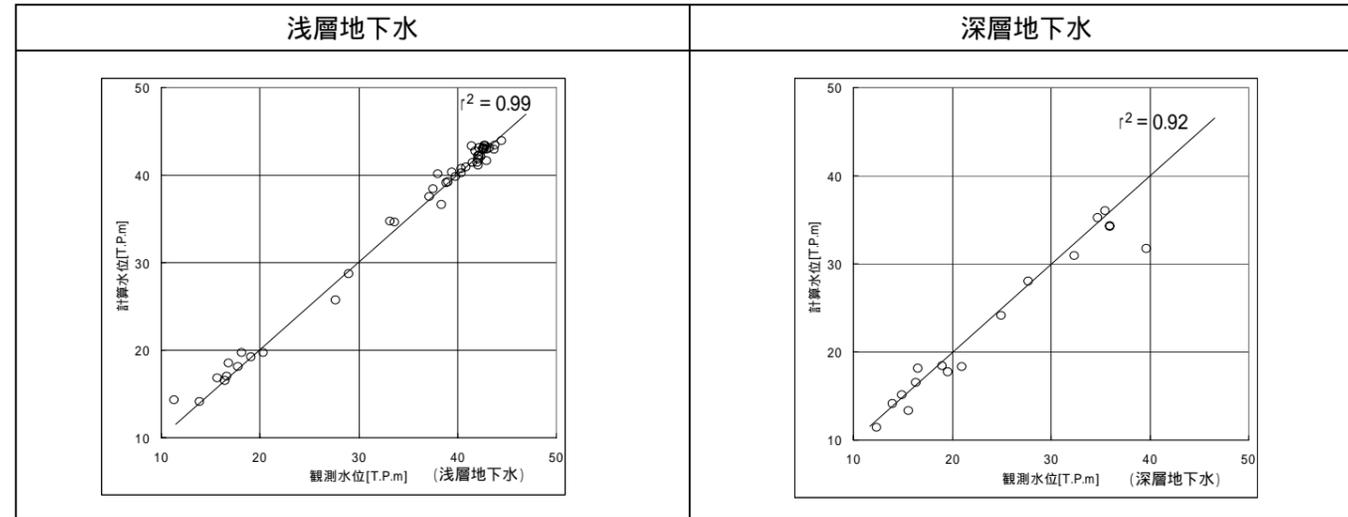


図 2.5 浅層地下水現況解析結果と実測値の比較