

表-1 大和北道路 地下水モニタリングに関する検討項目（青は検討済、赤は今後の検討）

| 第1～4回（基本的な方針の検討）  | 第5回委員会～（各検討項目のとりまとめ）  |
|---|---|
| <p><b>■地下水のモニタリングの内容</b></p> <p>1 モニタリング項目（案）</p> <p>1）文化財保存の観点から計測する必要があると考えられる項目： 地下水位 等</p> <p>2）水文・地下水環境に関連する項目： 降水量、土地利用状況、近接池水位 等</p> <p>2 モニタリング手法（案）</p> <p>1）モニタリング位置・範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・観測孔の設置間隔は約500mを基本 <ul style="list-style-type: none"> <li>①平城宮跡周辺→ 既設観測孔を利用</li> <li>②トンネル上→ 既設観測孔を利用+3孔追加</li> </ul> </li> <li>・第1帯水層を構造物が通過する箇所は観測孔をさらに密（約250m 間隔等）に設置 <ul style="list-style-type: none"> <li>③南側坑口付近→ 既設観測孔を利用+9孔追加</li> </ul> </li> </ul> <p>2）モニタリング手法・頻度</p> <p>(1)モニタリング手法： 自動計測機器による連続観測</p> <p>(2)モニタリング頻度： 工事中1時間ピッチ、それ以外は3時間ピッチで測定</p> <p>(3)データ収集方法： モニタリングデータは毎月記録データを回収することを基本とし、渇水期や工事進捗段階に応じて状況を確認する。管理基準とする観測孔（管理箇所）のデータはインターネットなどを利用した転送システムにより、収録データを常時、事務所へ転送</p> <p>3 モニタリング管理箇所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「南側坑口付近」、「南側坑口～平城宮跡間」、「平城宮跡付近」のエリアから選定</li> </ul> <p>4 モニタリング期間（案）</p> | <p><b>■地下水のモニタリングの内容</b></p> <p>1 モニタリング項目</p> <p>2 モニタリング手法</p> <p>1）モニタリング位置・範囲</p> <p>→具体的なモニタリングエリア①～④の設定（第5、6回委員会）</p> <p>→追加観測孔の現地での設置（設置後、地下水位データの観測） <b>資料-3(1)</b></p> <p>2）モニタリング手法・頻度</p> <p>3 モニタリング管理箇所</p> <p>→各モニタリングエリアの管理箇所の設定 <b>資料-3(2)</b></p> <p>4 モニタリング期間</p> <p>→各モニタリングエリアの管理箇所における地下水位の収束・安定状況を確認する期間、現地涵養施設の撤去時期 など <b>資料-3(3)</b></p> |
| <p><b>■管理基準の考え方</b></p> <p>1 管理基準の基本的な考え方（第1帯水層の地下水位）</p> <p>1）工事前に測定された最低水位</p> <p>2）工事前の降雨時・無降雨時の水位変動とは異なった変動</p> <p>2 管理方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・管理箇所はリアルタイムにモニタリングし、その他は1ヶ月毎にデータ収集整理</li> </ul> <p>3 管理体制</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・異常が懸念される場合は学識経験者に報告、エリア全域の観測結果等を含めて原因把握、工事の影響が懸念される場合は緊急対策を実施</li> </ul>  | <p><b>■管理基準の考え方</b></p> <p>1 管理基準の基本的な考え方（第1帯水層の地下水位）</p> <p>→追加観測孔の地下水位データを踏まえたモニタリングエリア毎の管理基準値・変動の設定（現況データを活用した基準値・変動の仮設定を含む） <b>資料-3(4)</b></p> <p>2 管理方法</p> <p>3 管理体制</p> <p>→管理箇所の観測データと管理基準値を勘案し、異常が発生した場合の管理体制の設定 <b>資料-3(5)</b></p>  |
| <p><b>■異常時の地下水保全の考え方</b></p> <p>1 文化財保全を念頭に置いた地下水保全</p> <p>1）基本的な地下水保全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シールド工法を採用し、開削区間は地下水流動保全工法を実施</li> </ul> <p>2）異常時の地下水保全対策（案）：</p> <p>(1)関係機関と協議・調整の上、工事着手前に平城宮跡内の地下水を涵養</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の池、水路等を利用した涵養施設の構築等</li> </ul> <p>(2)地下水位異常時に応急対策を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原因箇所における地盤改良工等による止水、地下水保全施設の点検・再構築等による地下水流動の回復</li> </ul>  | <p><b>■異常時の地下水保全の考え方</b></p> <p>1 文化財保全を念頭に置いた地下水保全</p> <p>1）基本的な地下水保全対策</p> <p>2）異常時の地下水保全対策：</p> <p>(1)工事着手前に平城宮跡内の地下水を涵養</p> <p>→現地検証方法（案）、検証結果の活用方針について確認（第6回委員会） <b>資料-3(6)</b></p> <p>→現地涵養施設（内容、規模）の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現地検証箇所の選定</li> <li>・現地検証（涵養試験）の実施と効果の検証</li> <li>・効果的な涵養施設の検討</li> </ul> <p>(2)地下水位異常時に応急対策を実施</p>      |

《南側坑口区間の追加観測孔について》

1 配置検討 (250mピッチ)

- ・横断方向
  - 地下水影響範囲を考慮し、構造物近接位置（道路用地内）に上下流ペアで配置
  - 影響範囲外の補助観測点（道路用地外）として上下流ペアで配置
- ・縦断方向
  - 開削区間沿い250m間隔で、横断測線との交点に配置
  - シールド区間にも追加配置

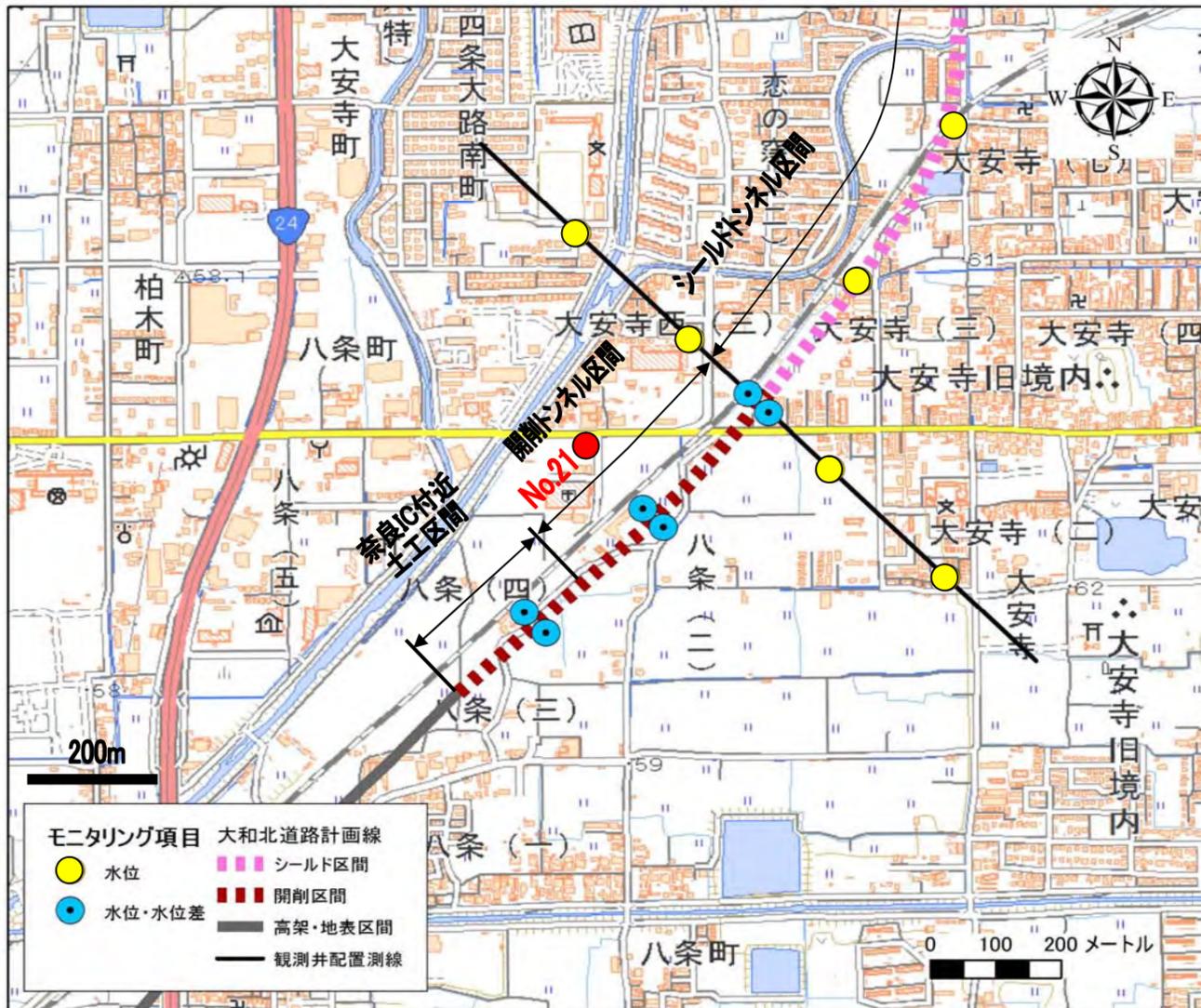


図-1 南側坑口区間の地下水観測井配置検討図

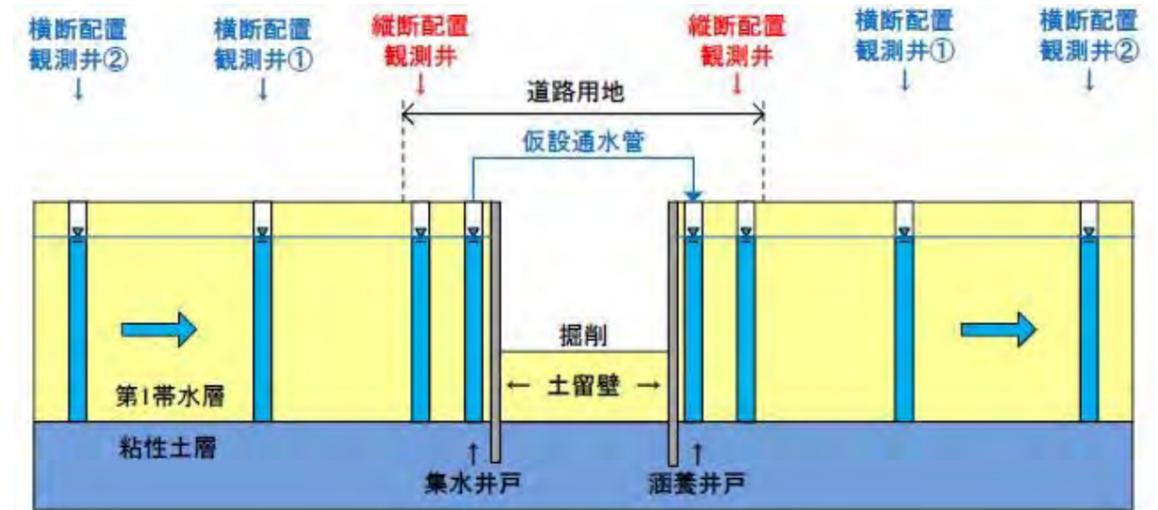


図-2 観測井配置の考え方

《モニタリング管理箇所について》

・ 既存の観測孔に加え、今後トンネル付近に約500mピッチで設置する観測孔、第1帯水層を通過する南側坑口付近に約250mピッチで設置する観測孔において地下水位を観測

・ 上記の内、管理する観測孔は以下のエリアから選定

- モニタリングエリア①（道路建設が第1帯水層へ影響すると考えられる南側坑口付近）
- モニタリングエリア②（南側坑口付近から平城宮跡までのエリア）
- モニタリングエリア③（平城宮跡内）

※ 管理箇所以外の観測孔についても、モニタリングは継続して実施し、管理箇所でも異常が懸念される場合は、それらの観測結果を確認することで原因や影響範囲を特定する。

(参 考)

・ 既存の観測孔から選定すると以下のとおり

■モニタリングエリア① → NO. 21

選定理由：地下水への影響が大きい開削トンネル工事箇所付近に近接。過去（H17年度）から継続して地下水位を計測している観測孔で、観測データが安定している。

■モニタリングエリア② → NO. 1、NO. 2、NO. 16

選定理由：開削トンネル工事箇所と平城宮跡の間に位置する工事エリアからの地下水位低下の伝播状況を把握する。過去（H12年度）から継続して地下水位を計測している観測孔で観測データが安定している。

■モニタリングエリア③ → NO. 11、NO. 14

選定理由：平城宮跡内南側で開削トンネル工事箇所にも最も近く位置する。過去（H12年度）から継続して地下水位を計測している観測孔で観測データが安定している。

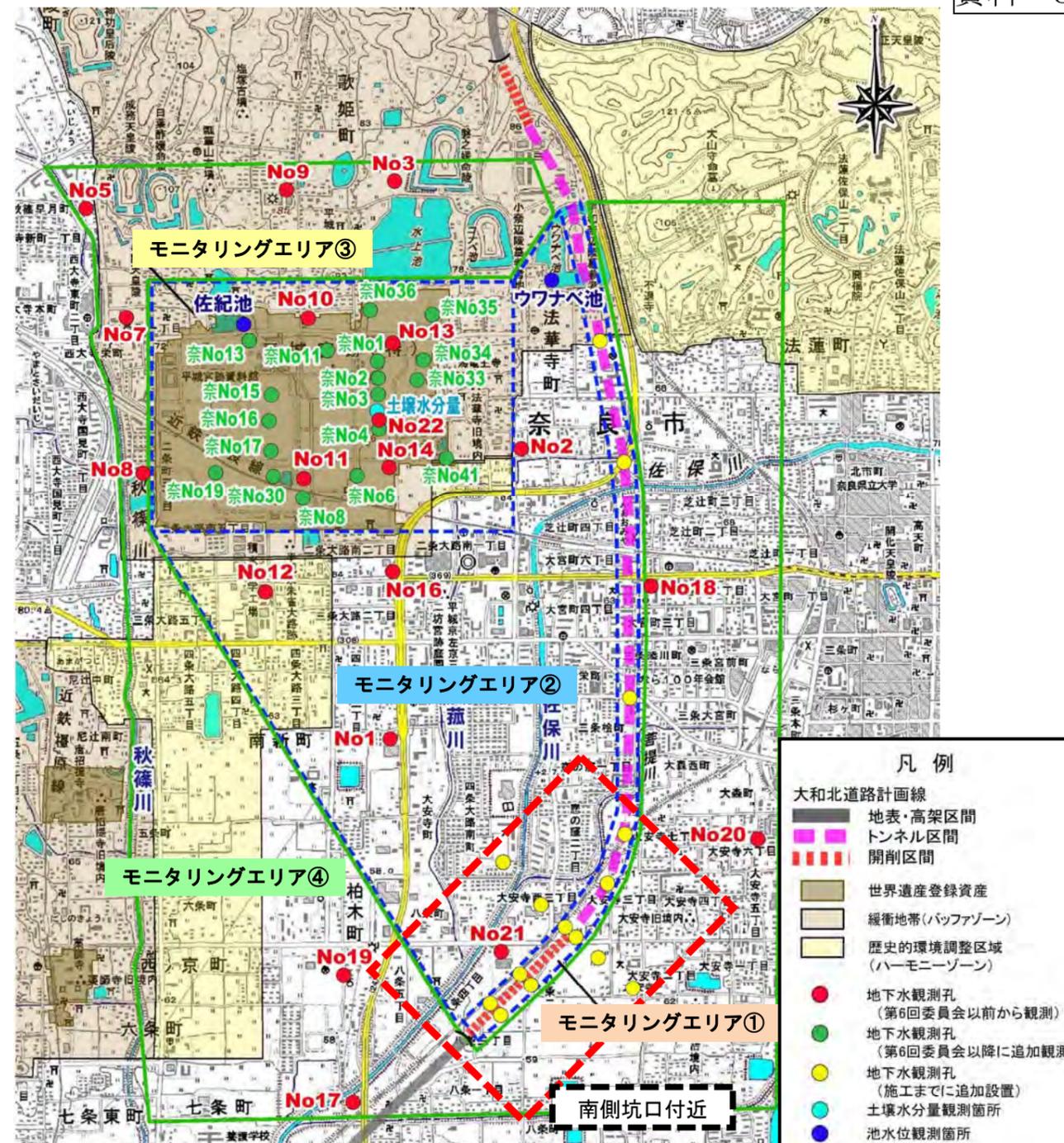
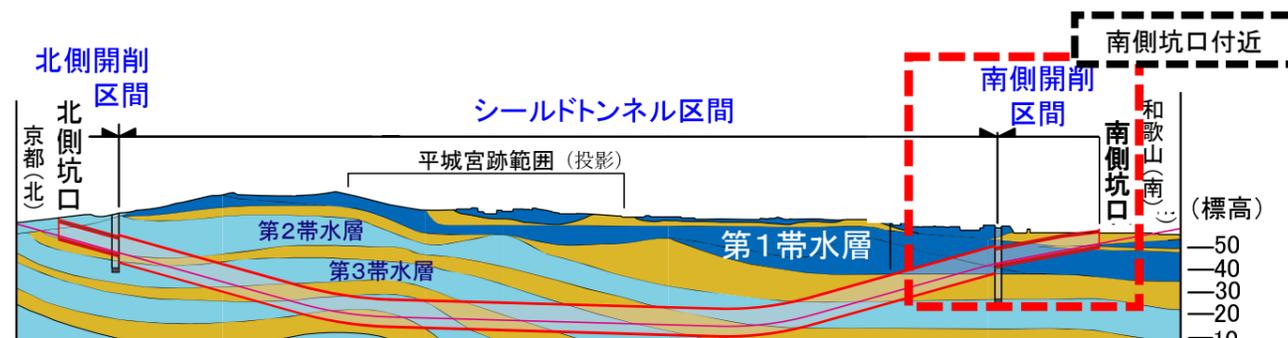


図-3 道路計画、地下水位観測位置、モニタリングエリア①～④



注) 北側開削区間は、第1帯水層を通過しないため対象外とした。また、トンネル部も含め現在観測している第2・3帯水層の水位は継続的に観測する。

図-4 道路構造と地下水帯水層の関係

《モニタリング期間について》

- ・工事前、工事中は各観測孔において継続的に地下水位を観測
- ・工事完了後は、管理箇所における地下水位の収束・安定状況を確認し、地下水モニタリング検討委員会の助言を受けてモニタリングの終了時期を検討する。

- モニタリングエリア①（南側坑口付近含む）
  - 工事完了後1年以上は地下水位を観測し、収束・安定状況を確認する。
- モニタリングエリア②、④
  - エリア①の状況を踏まえ、地下水位の収束・安定状況を確認する。
- モニタリングエリア③（平城宮跡内）
  - 工事完了後3年以上は地下水位を観測し、安定状況を確認する。

現地涵養施設は、エリア①・②・④の地下水位の収束・安定状況を確認した後に撤去の検討を行う。

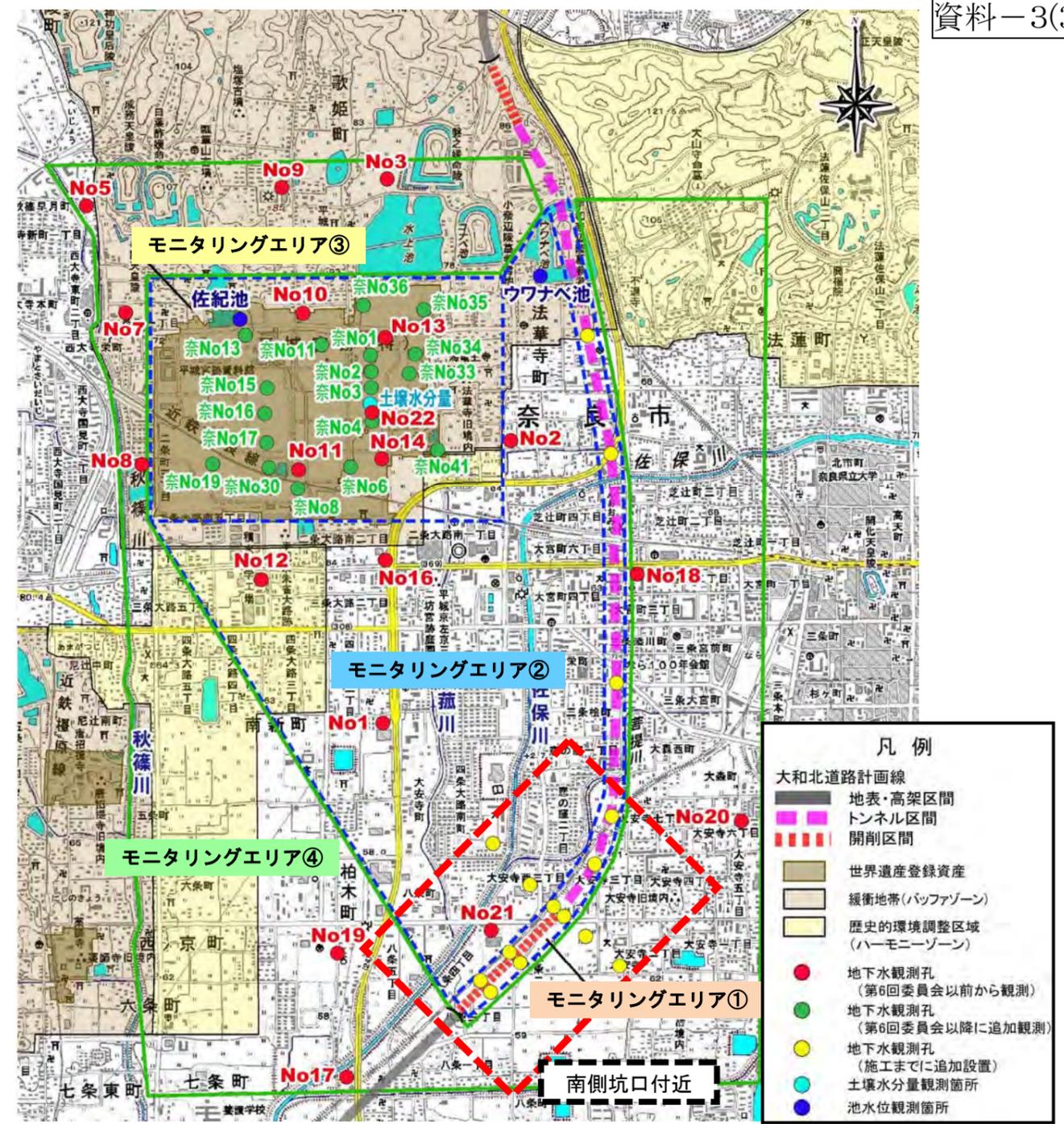
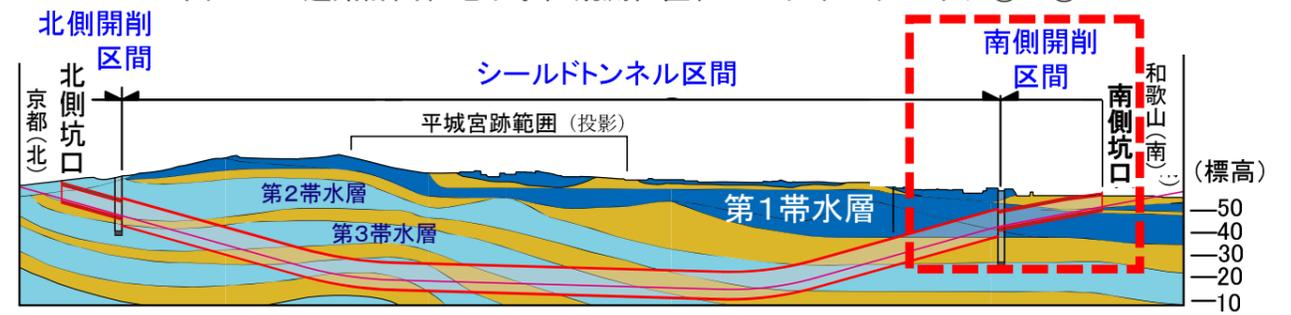


図-5 道路計画、地下水位観測位置、モニタリングエリア①～④



注) 北側開削区間は、第1帯水層を通過しないため対象外とした。また、トンネル部も含め現在観測している第2・3帯水層の水位は継続的に観測する。

図-6 道路構造と地下水帯水層の関係

《管理基準の基本的な考え方について 【管理対象： 第1帯水層の地下水位】》

1) 工事前に測定された最低水位【管理基準A】

□管理基準Aの考え方

- ・工事前に測定された最低水位

□管理基準値Aの設定方法

- ・全観測期間の地下水位観測結果より、最低水位を抽出して管理基準値に設定

□異常の判断方法

- ・工事開始後の地下水位が管理基準値（最低水位）より低下する場合は工事による影響が懸念される

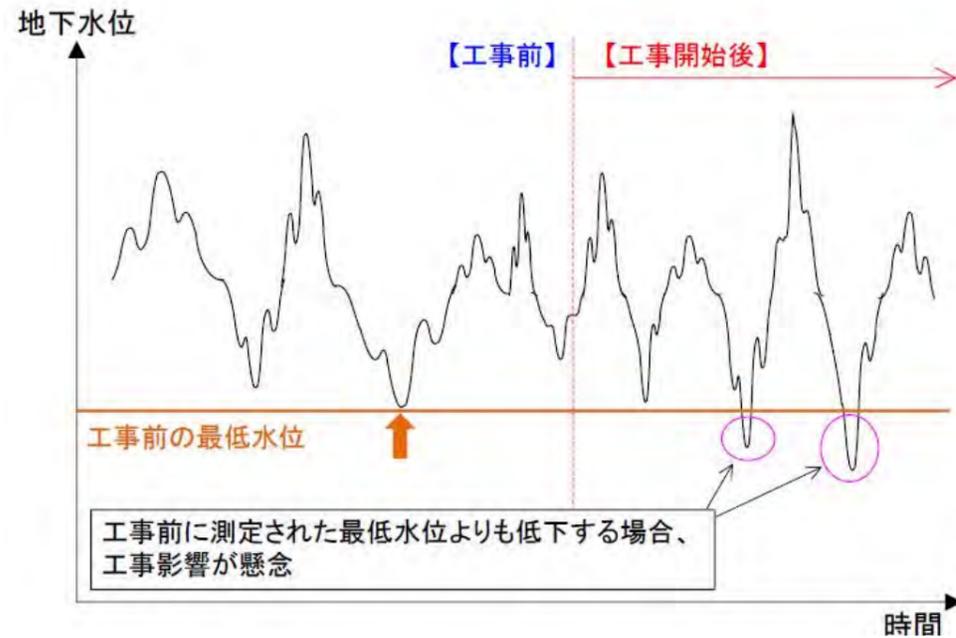


図-7 管理基準Aの基本的な考え方

2) 工事前の降雨時・無降雨時の水位変動とは異なった変動【管理基準B】

□管理基準Bの考え方

- ・工事前に測定された最大水位低下量

□管理基準値Bの設定方法

- ・降雨による水位上昇後、1日あたりの水位低下量と降雨後の経過日数の関係を整理
- ・降雨後の経過日数ごとの最大水位低下量を抽出して近似曲線を作成
- ・管理基準値線から降雨後経過日数（連続干天日数[5mm/日未満]）ごとに管理基準値を設定

□異常の判断方法

- ・工事開始後の1日あたりの水位低下量が管理基準値を3日以上連続で超過する場合は工事影響が懸念される

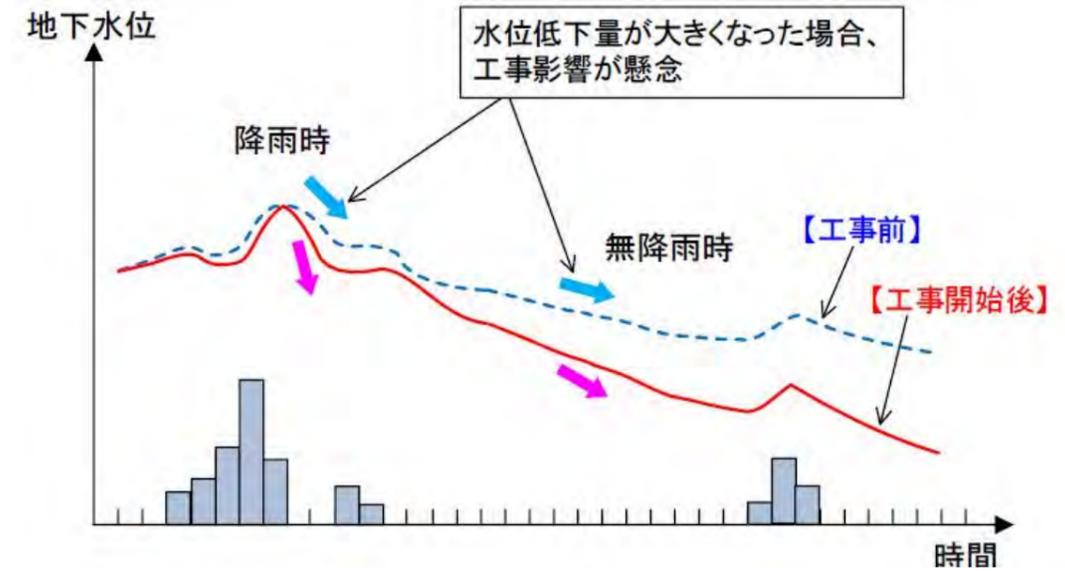


図-8 管理基準Bの基本的な考え方

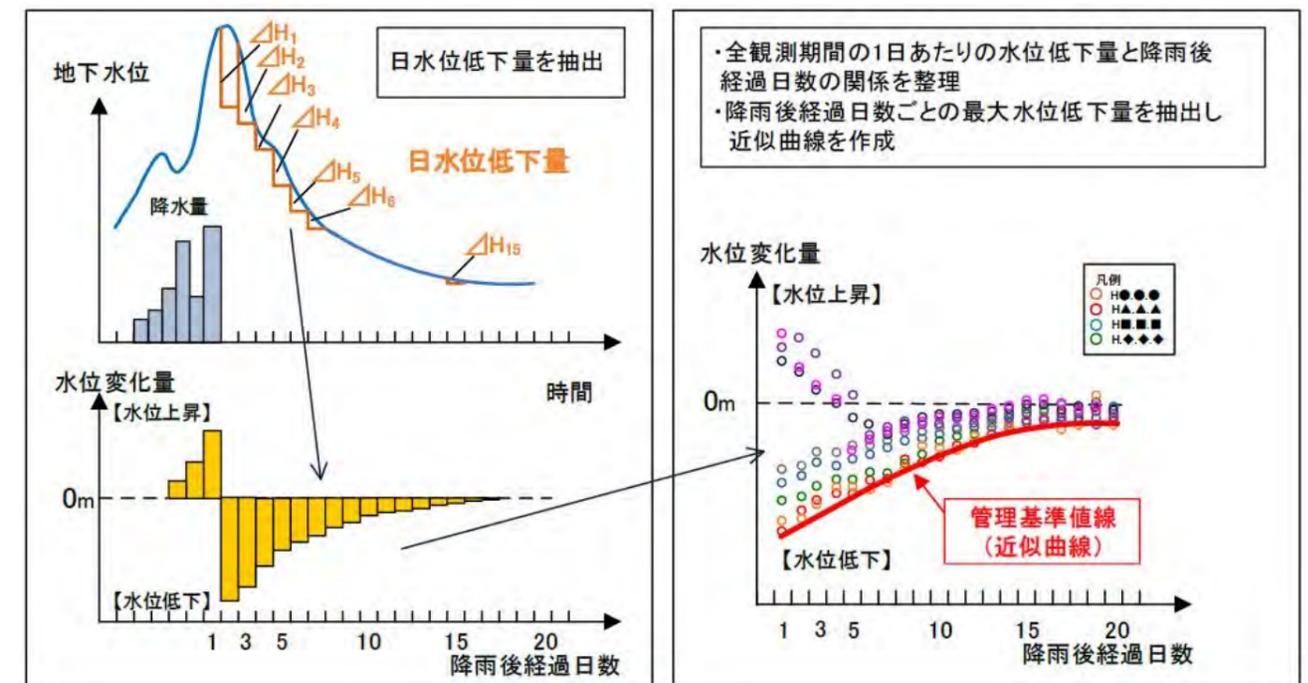


図-9 降雨時・無降雨時の水位変動の管理基準値の設定方法

《これまでの観測データによる管理基準値の仮設定（第1帯水層の水位）》

1 モニタリングエリア①（南側坑口付近：観測孔No. 21）

- ・工事前最低水位TP+54.97m（地盤高TP+58.86m）  
（H17～29観測データ）

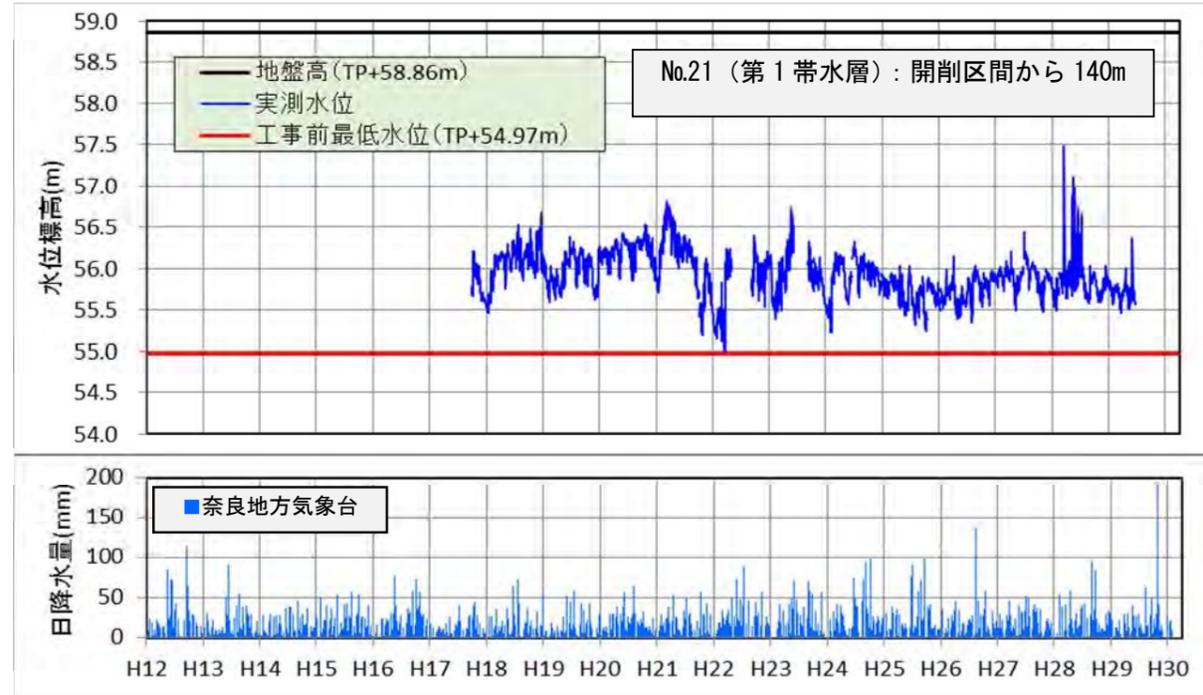


図-10 管理基準値Aの仮設定（観測孔No. 21）

- ・最大低下量の近似曲線（H17～29観測データ）

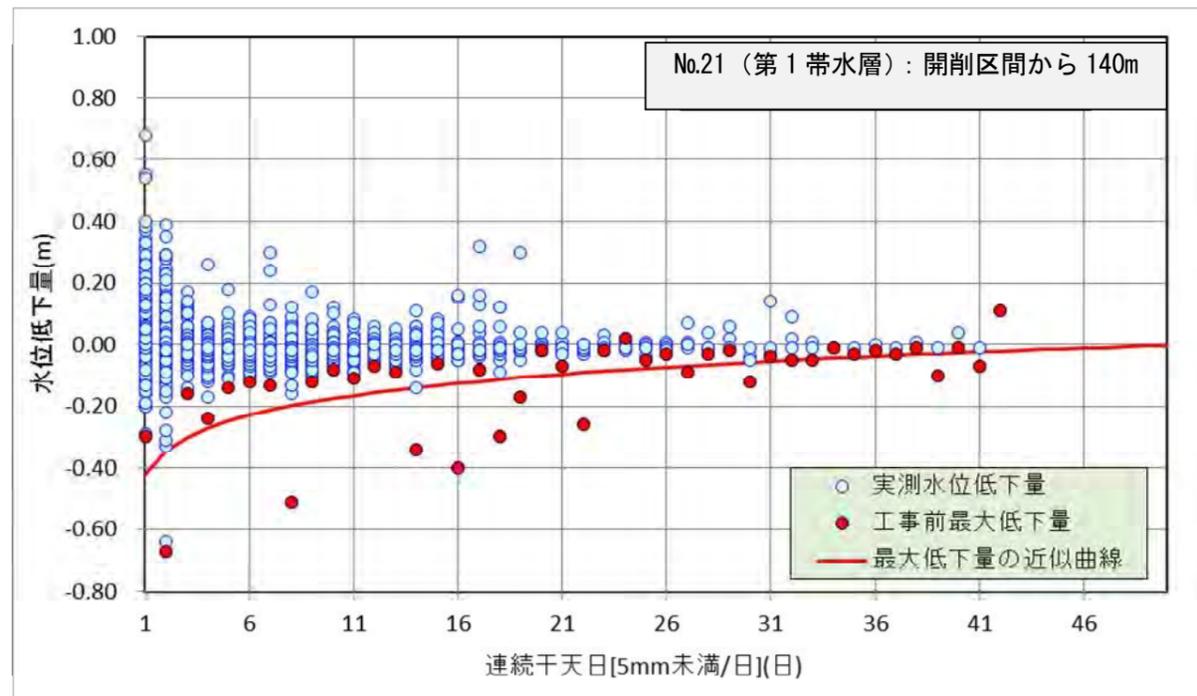


図-11 管理基準値Bの仮設定（観測孔No. 21）

2 モニタリングエリア②（南側坑口付近～平城宮跡：観測孔No. 1、No. 2、No. 16）

- ・工事前最低水位TP+57.19m（地盤高TP+59.48m）  
（H12～29観測データ）

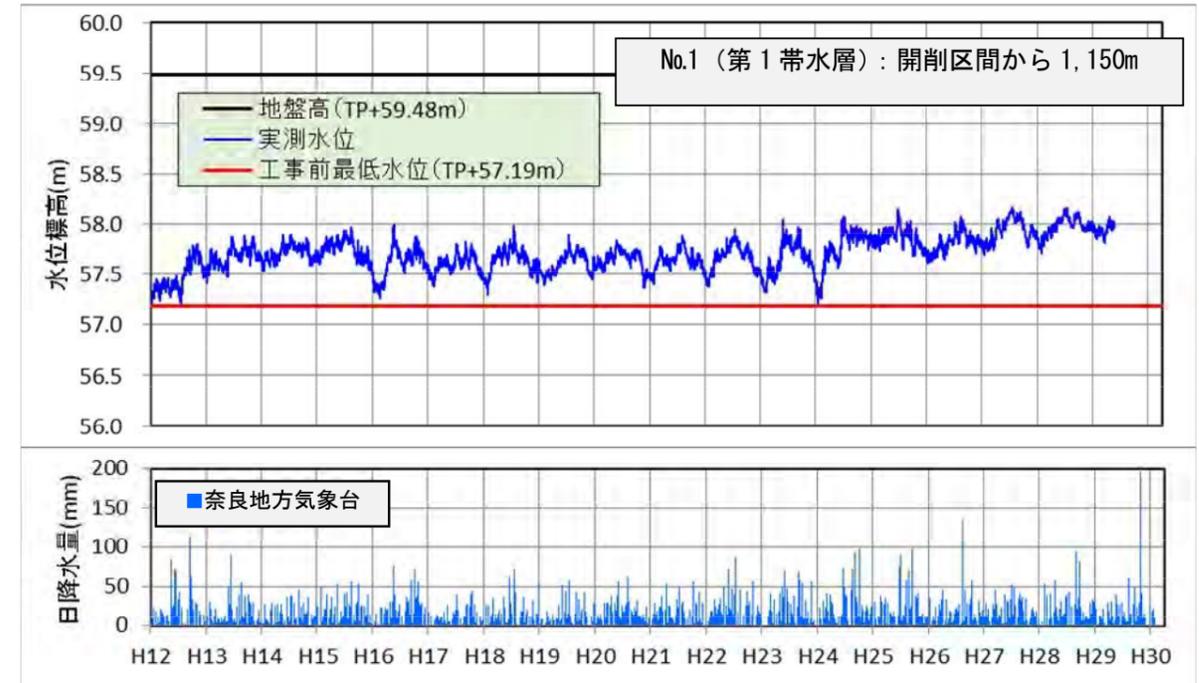


図-12 管理基準値Aの仮設定（観測孔No. 1）

- ・最大低下量の近似曲線（H12～29観測データ）

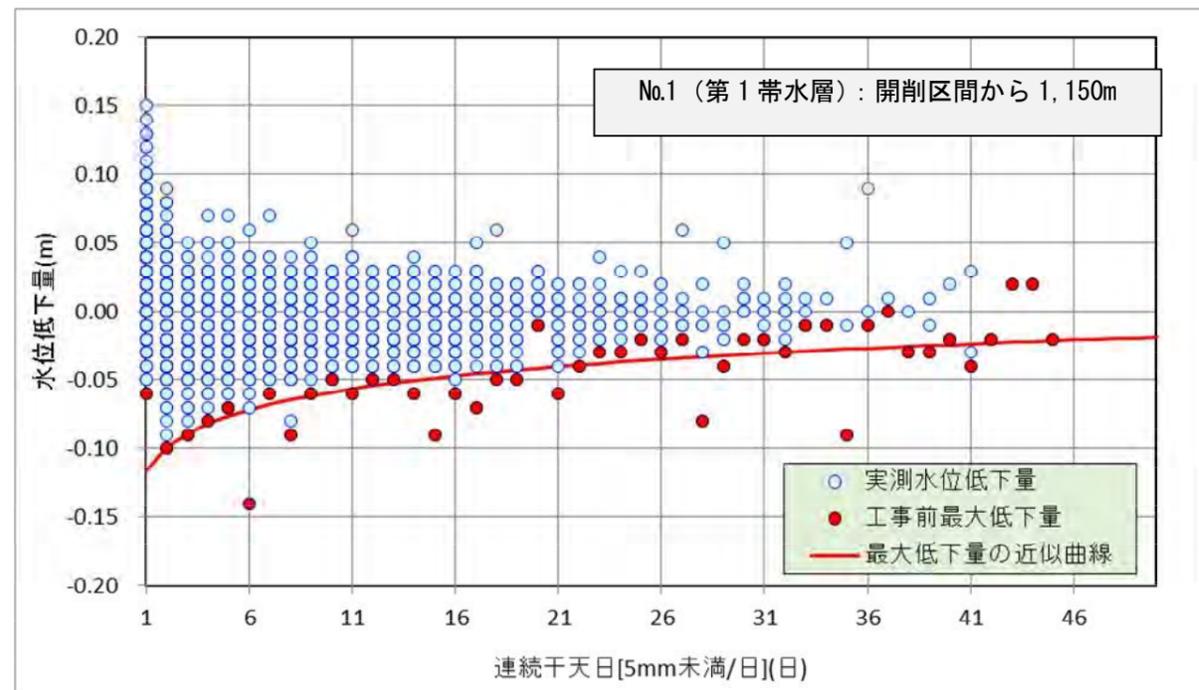


図-13 管理基準値Bの仮設定（観測孔No. 1）

- ・工事前最低水位 TP+58.32m (地盤高 TP+63.16m)  
(H12~29観測データ)



図-14 管理基準値Aの仮設定 (観測孔No. 2)

- ・工事前最低水位 TP+59.41m (地盤高 TP+61.61m)  
(H12~29観測データ)

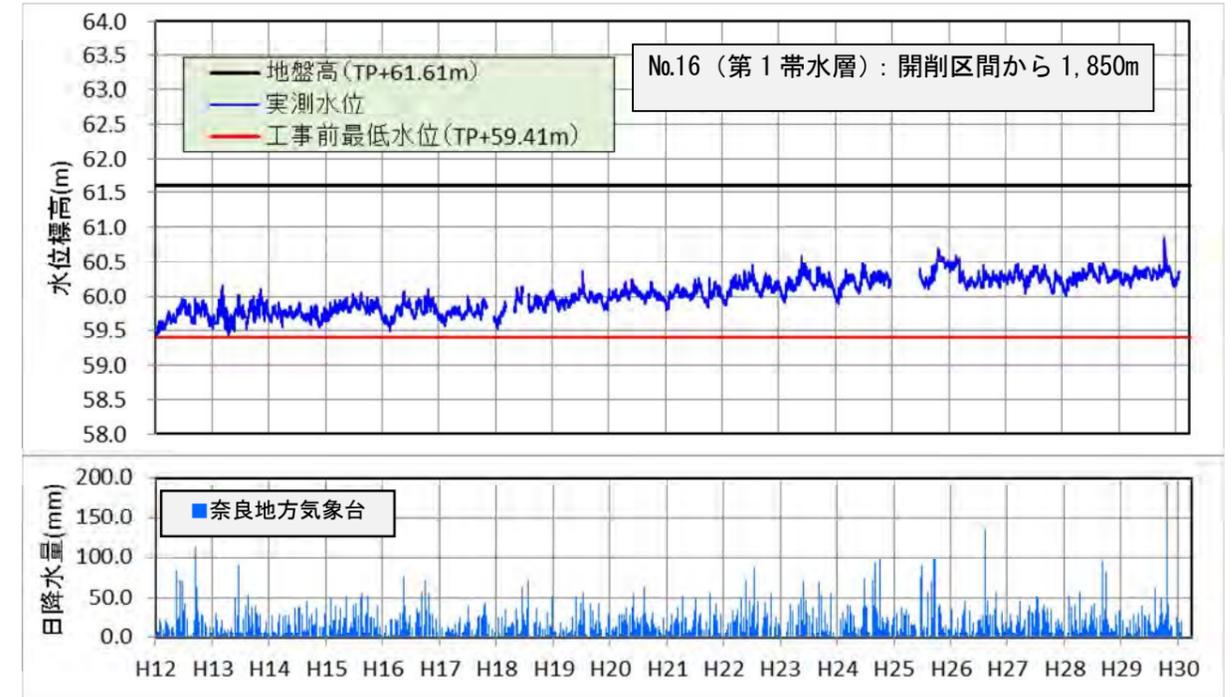


図-16 管理基準値Aの仮設定 (観測孔No. 16)

- ・最大低下量の近似曲線 (H12~29観測データ)

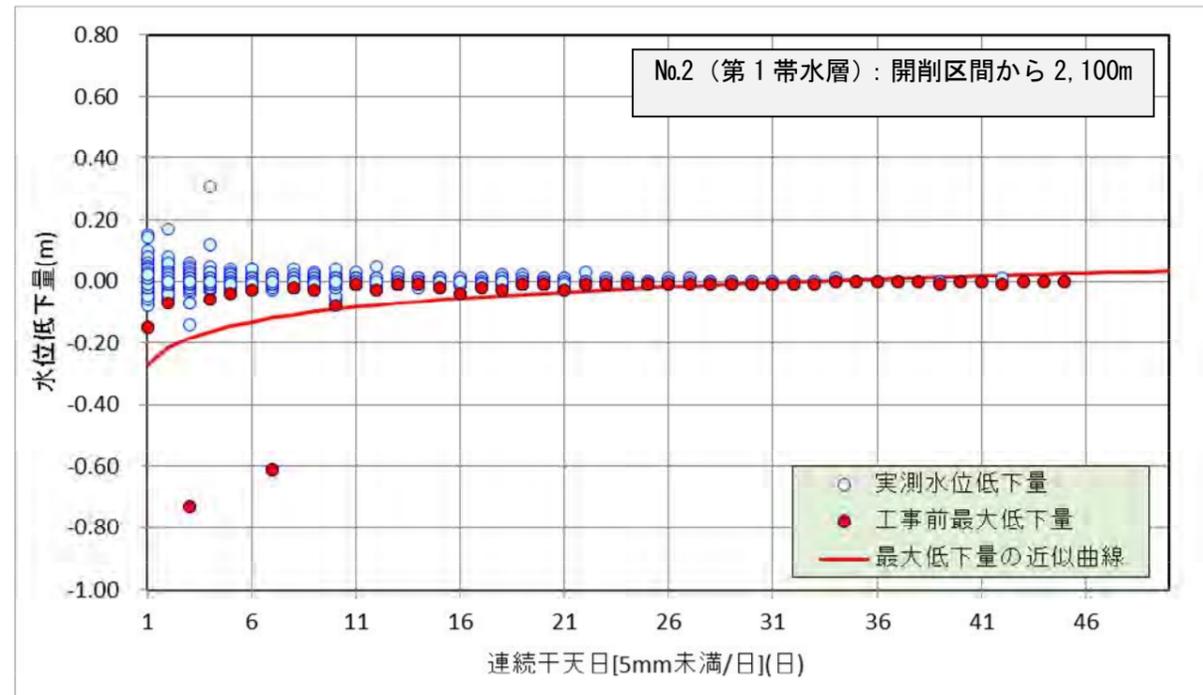


図-15 管理基準値Bの仮設定 (観測孔No. 2)

- ・最大低下量の近似曲線 (H12~29観測データ)

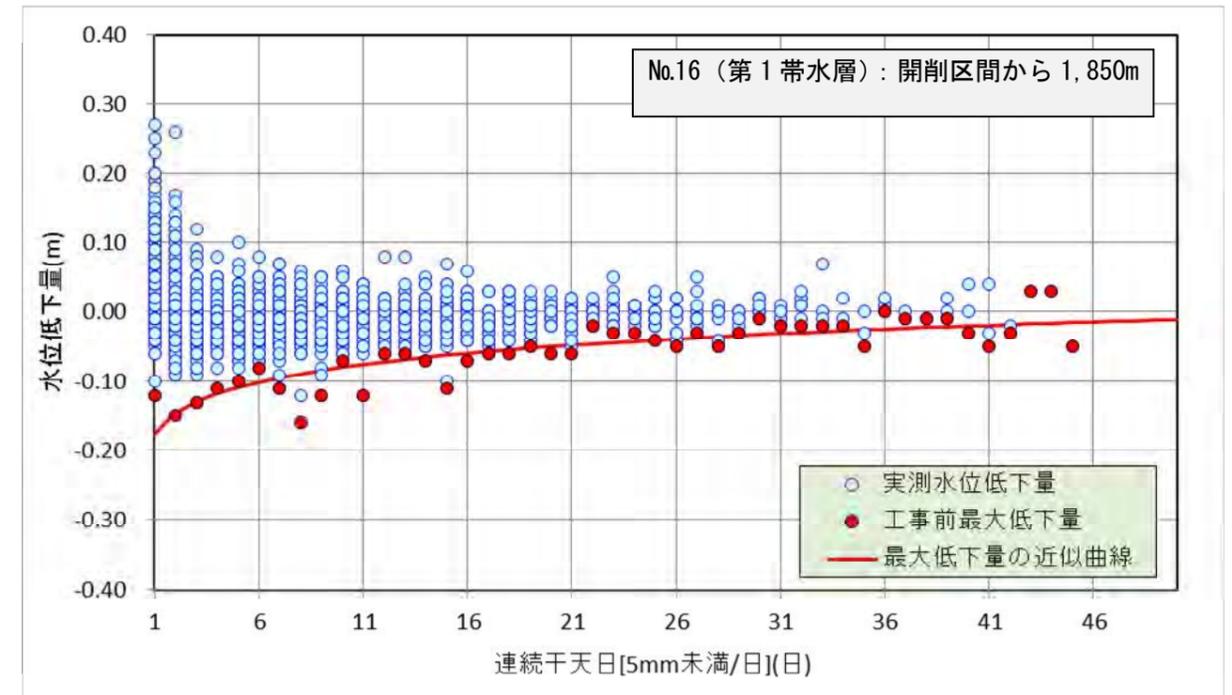


図-17 管理基準値Bの仮設定 (観測孔No. 16)

3 モニタリングエリア③ (平城宮跡： 観測孔No.11、No.14)

- ・最低水位TP+63.11m (地盤高TP+65.51m)  
(H12～29観測データ)

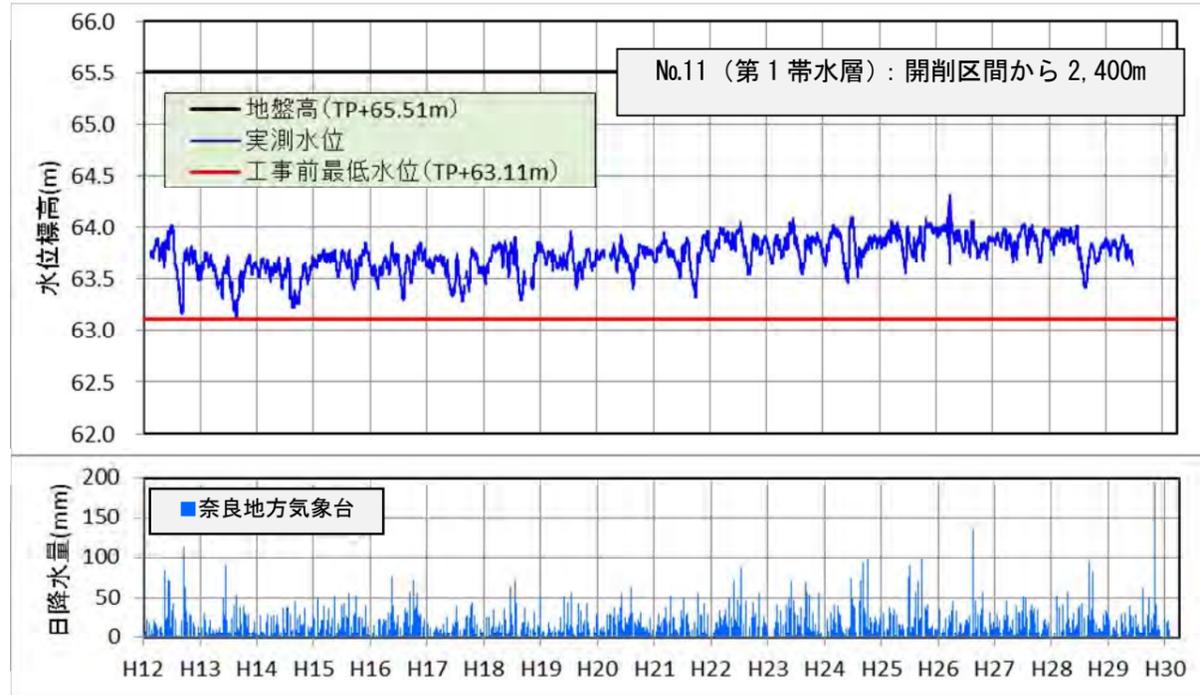


図-18 管理基準値Aの仮設定 (観測孔No.11)

- ・最低水位TP+61.47m (地盤高TP+62.93m)  
(H12～29観測データ)

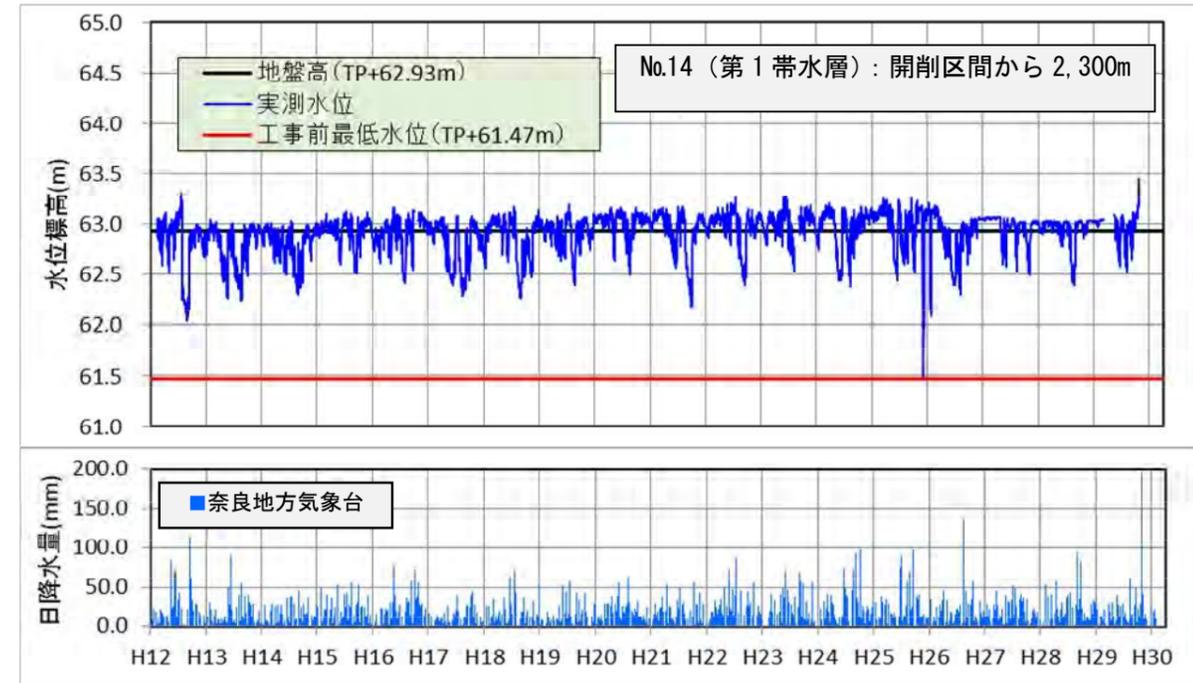


図-20 管理基準値Aの仮設定 (観測孔No.14)

- ・最大低下量の近似曲線 (H12～29観測データ)

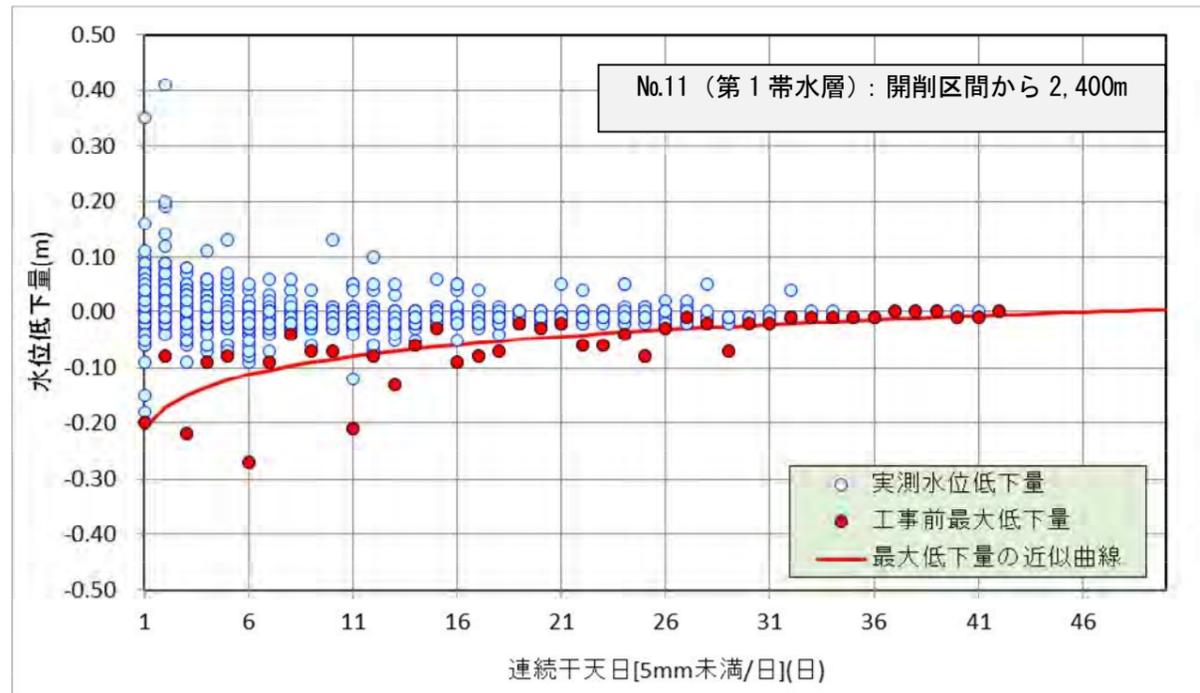


図-19 管理基準値Bの仮設定 (観測孔No.11)

- ・最大低下量の近似曲線 (H12～29観測データ)

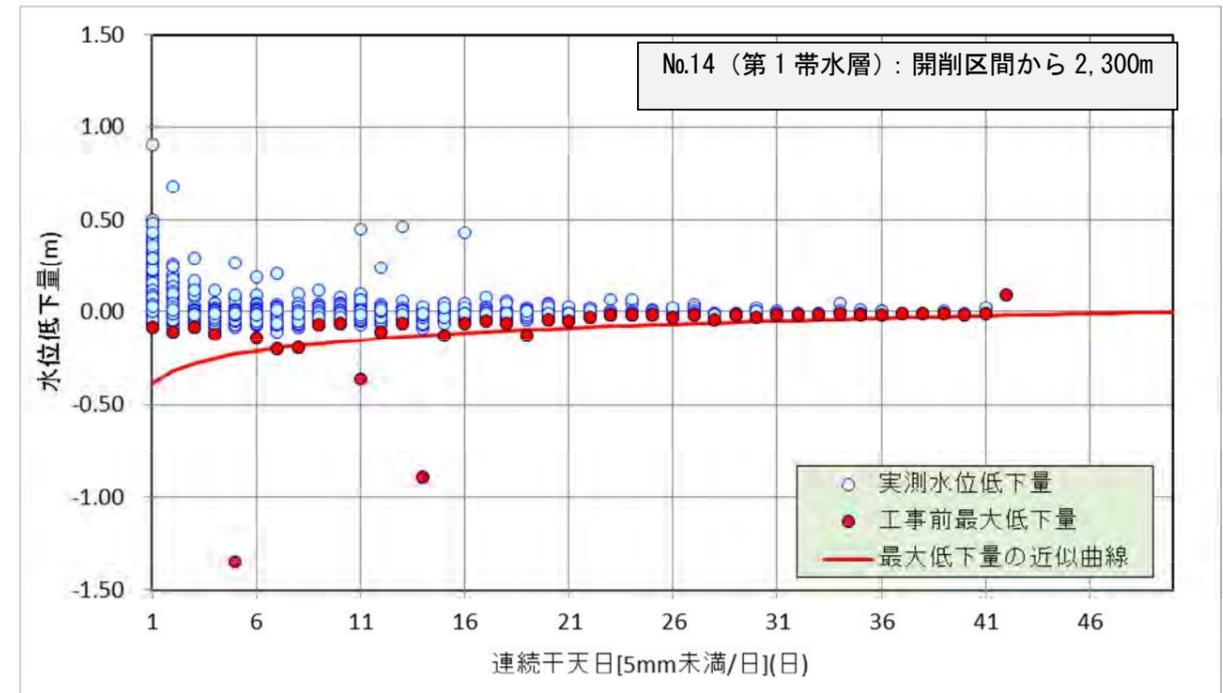


図-21 管理基準値Bの仮設定 (観測孔No.14)

## 《管理体制について》

・工事開始後、モニタリングエリア（管理箇所）の測定データに異常が発生し、管理基準値A、Bのいずれかを満足しない場合の管理体制

○管理基準値A：工事前に測定された最低水位

○管理基準値B：工事前の降雨時・無降雨時の水位変動とは異なった変動（3日以上）

1 正常レベル：全てのモニタリングエリアにおいて測定データに異常なし

2 注意レベル：いずれか1つのモニタリングエリアにおいて測定データに異常が発生した場合

3 警戒レベル：いずれか2つのモニタリングエリアにおいて測定データに異常が発生した場合

4 非常レベル：全てのモニタリングエリアにおいて測定データに異常が発生した場合

表-2 地下水モニタリングにおける管理体制

| 管理レベル   | エリア①<br>(南側坑口付近)      | エリア②<br>(工事区間～平城宮跡)   | エリア③<br>(平城宮跡)                                 | 対 応  | 委員会対応                      | 対策の内容  |
|---------|-----------------------|---|--|--|----------------------------|--|
|         | 観測孔No. 21<br>(L=140m) | 観測孔No. 1 (L=1, 150m)<br>観測孔No. 2 (L=2, 100m)<br>観測孔No. 16 (L=1, 850m) | 観測孔No. 11 (L=2, 400m)<br>観測孔No. 14 (L=2, 300m) |  |                            |  |
| 【正常レベル】 | ○                     | ○   | ○  | ・モニタリングによる継続監視   | —                          | —  |
| 【注意レベル】 | ○                     | ○   | ×  | ・工事との因果関係分析(外的要因の確認)<br>・必要に応じて追加対策の検討<br>・モニタリングによる継続監視 | ・委員会への報告・相談                | ・委員会の助言を受けて追加対策の検討<br>→地盤改良等による漏水(止水)対策、地下水流動保全工法の修復、涵養施設の機能向上(水位上昇)など |
|         | ○                     | ×   | ○  | ・工事との因果関係分析(外的要因の確認)<br>・必要に応じて追加対策の検討<br>・モニタリングによる継続監視 | ・委員会への報告・相談                |  |
|         | ×                     | ○   | ○  | ・工事との因果関係分析(外的要因の確認)<br>・追加対策の検討<br>・モニタリングによる継続監視       | ・委員会への報告・相談                | ・委員会の助言を受けて追加対策の検討<br>→地盤改良等による漏水(止水)対策、地下水流動保全工法の修復など                 |
| 【警戒レベル】 | ○                     | ×   | ×  | ・工事との因果関係分析(外的要因の確認)<br>・緊急対策の検討<br>・モニタリングによる継続監視       | ・委員会への報告・相談<br>(委員による現場検証) | ・委員会の助言を受けて緊急対策の検討<br>→地下水流動保全工法の追加、涵養施設の機能向上(水位上昇)など                  |
|         | ×                     | ○   | ×  | ・工事との因果関係分析(外的要因の確認)<br>・緊急対策の検討<br>・モニタリングによる継続監視       | ・委員会への報告・相談<br>(委員による現場検証) |  |
|         | ×                     | ×   | ○  | ・緊急対策の実施<br>・工事との因果関係分析(外的要因の確認)<br>・モニタリングによる継続監視       | ・委員会の緊急開催<br>(委員による現場検証)   | ・委員会の助言を受けて緊急対策の実施<br>→地下水流動保全工法の追加、涵養施設の機能向上(水位上昇)など                  |
| 【非常レベル】 | ×                     | ×   | ×  | ・緊急対策の実施<br>・工事との因果関係分析(外的要因の確認)<br>・モニタリングによる継続監視       | ・委員会の緊急開催<br>(委員による現場検証)   | ・委員会の助言を受けて更なる緊急対策の実施<br>→地下水流動保全工法の追加、涵養施設の機能向上(水位上昇)など               |

【備考】 1) 管理体制は、地下水位の回復状況等を踏まえ、委員会への報告・相談を行い、管理レベルを変更するものとする。

2) 大和北道路建設工事以外の外的要因により地下水位に異常が発生した場合は評価対象外とする。

《平城宮跡内の地下水の涵養について》

・施工時における平城宮跡内の地下水保全対策として、工事着手前から平城宮跡内に地下水涵養施設を構築する。

1) 現地検証方法(案)

- ・目的： ため池（もしくは水路、人工池）を活用した周辺地下水への涵養効果を検証する。
- ・現地検証予定箇所： ①ため池（平城宮跡内\_佐紀池南側）  
②水路（平城宮跡東側）  
③人工池（改変が伴わない構造で、任意の位置に設置）

2) 検証結果の活用

・平城宮跡内の既設観測孔を有効に活用し、地下水涵養の事前効果検証の結果を踏まえ、効果的な地下水涵養施設の構造、規模などの検討の基礎資料とする。

3) 平城宮跡周辺の地下水流動

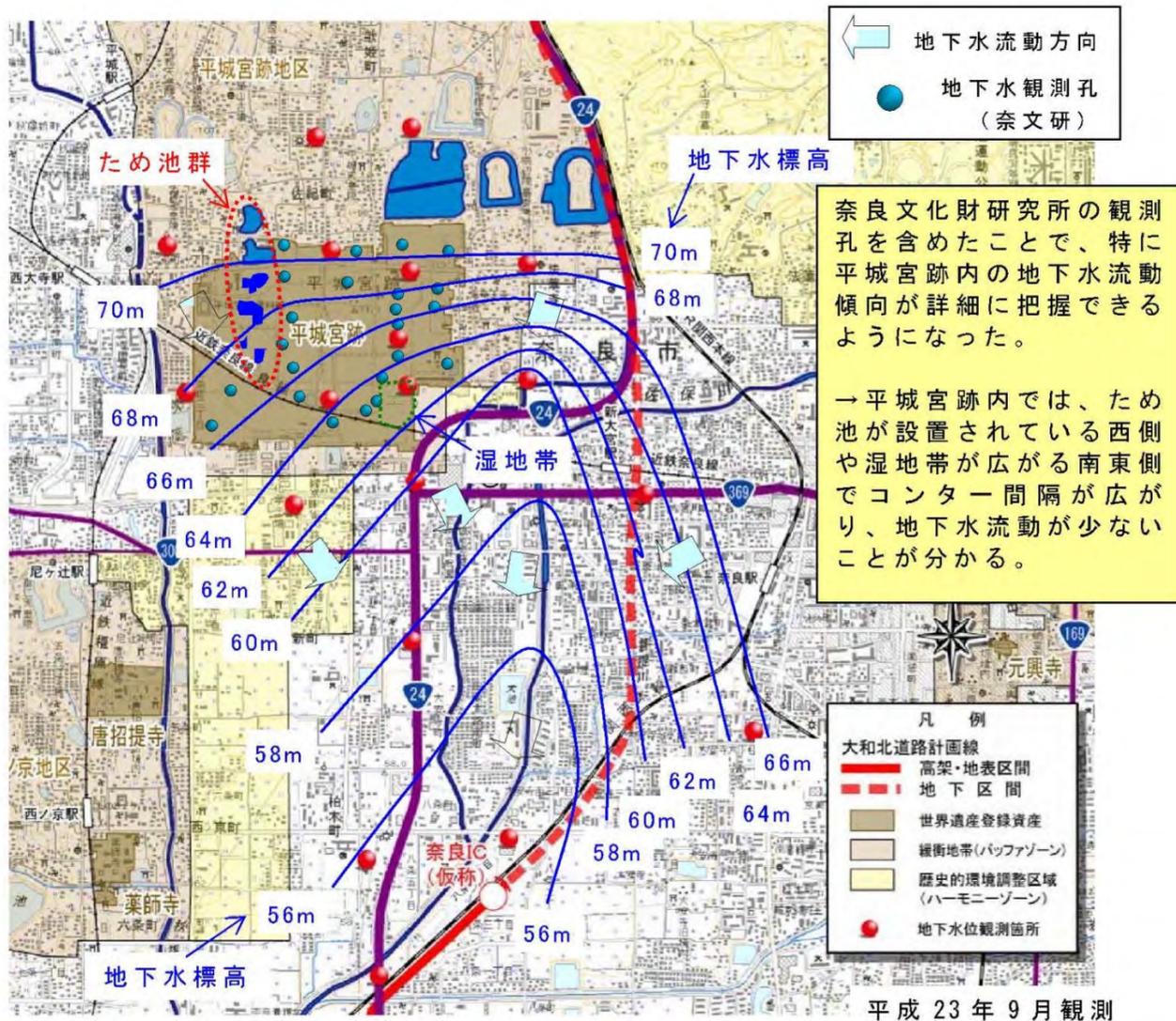


図-22 平城宮跡周辺の地下水流動

4) 現地検証の候補箇所

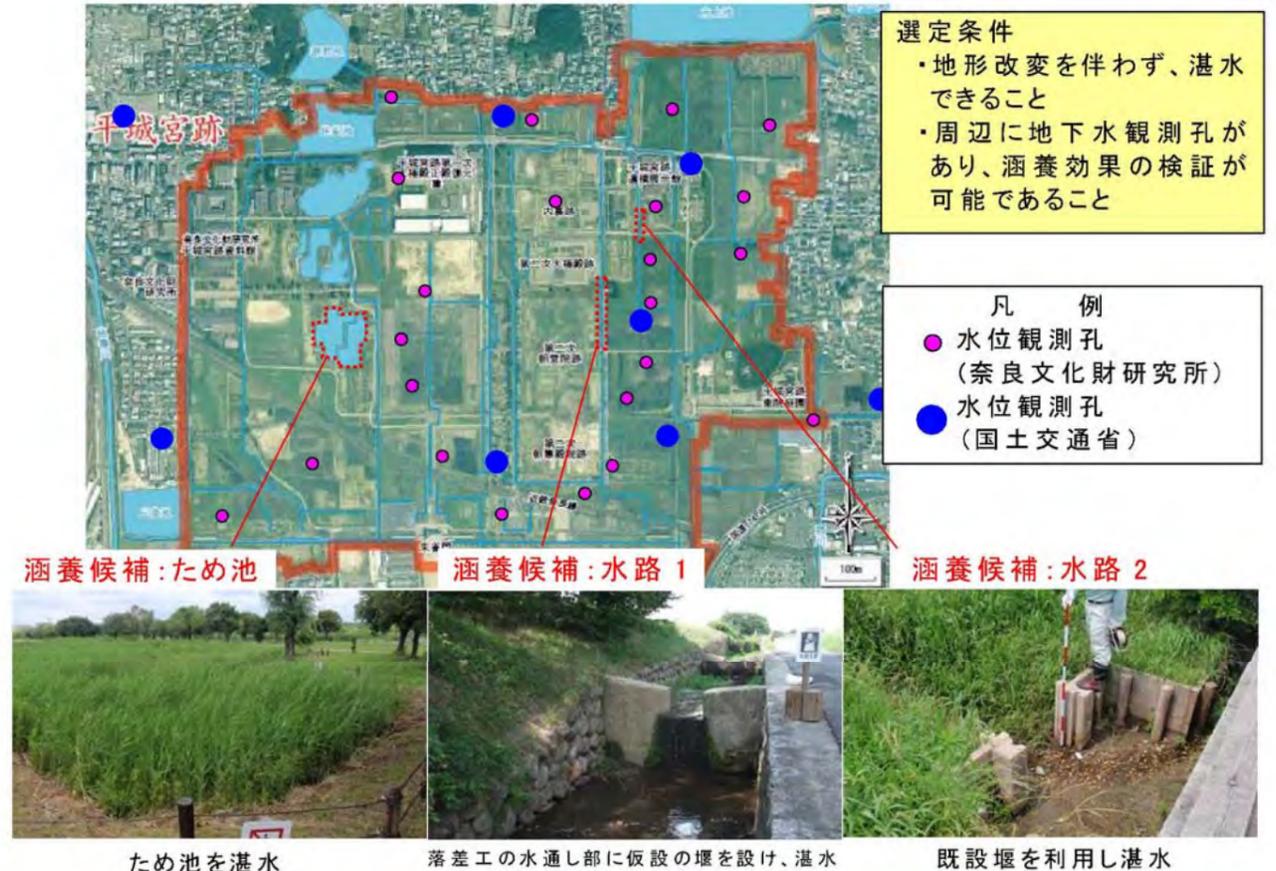


図-23 現地検証の候補箇所

5) 現地検証の実施時期と想定される結果

- ・実施時期： 降水量が少なく、地下水位が低い時期  
→これまでの気象庁の降水量観測データより、11月～2月頃に実施する
- ・現地検証期間： 2ヶ月程度
- ・想定される検証結果(判明する内容)  
①涵養による周辺地下水位の上昇量  
②涵養による影響範囲(→涵養施設の構造、規模などの検討に活用)

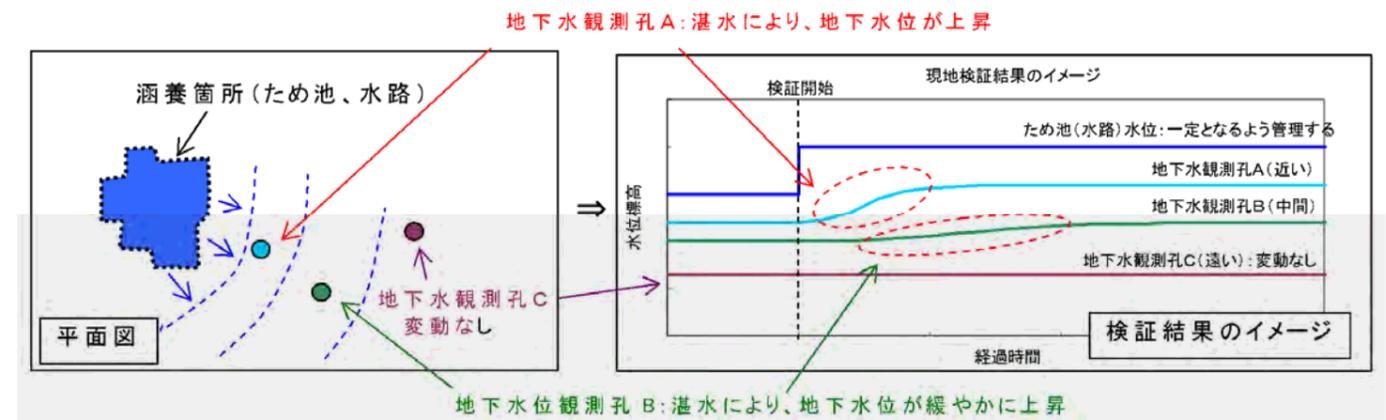


図-24 現地検証結果のイメージ