

5. 地下水流動保全対策工の検討

5.1 地下水流動保全工の考え方

〔地下水流動保全工とは〕

地下構造物や切土により遮断される地下水の流れを、可能な限り自然状態の地下水流動状況に復元させ、実害の及ぶ地下水・地盤環境問題が発生しないようにするための工法

(「地下水流動保全のための環境影響評価と対策」(社)地盤工学会、平成16年10月)

設計の基本

- ・ 当該地域の地下水流動を確保するように設計する。
- ・ 選定した工法が、地下水流動を確保することを検討・照査する。
- ・ 安全性と耐久性を有し、対策に係るトータルコストが最小になるようにする。

工法に求められる機能

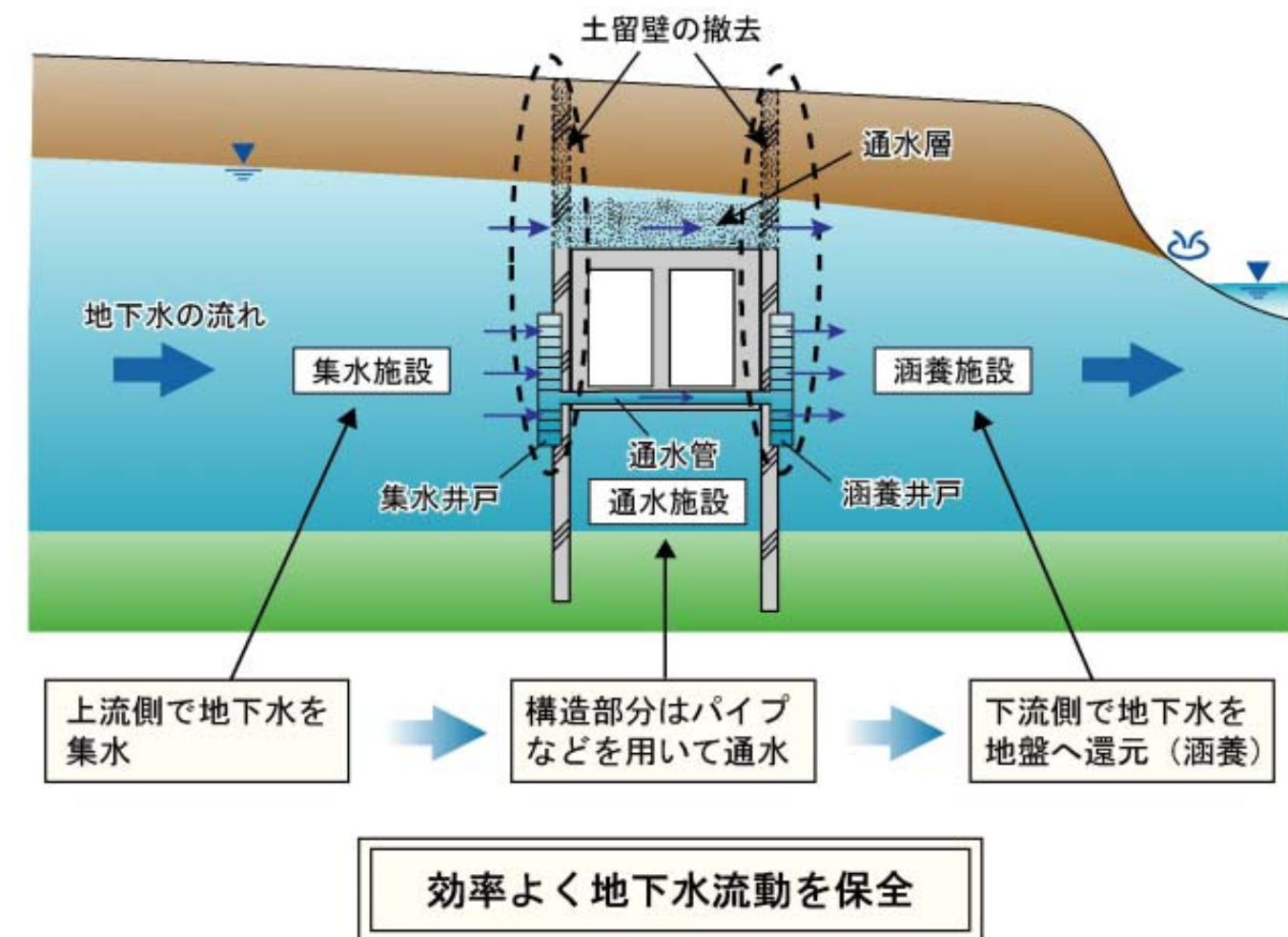
- ・ 周辺環境に被害を与えないための地下水位や地下水流動量を維持するように、地下水の流動性を保全する。
- ・ 地下水の流動性を維持するためのメンテナンスが比較的容易であるとともに、耐用期間中の耐久性が確保される。

工法の機能の確認

- ・ 選定した工法を実施した後の地下水状況を予測し、周辺環境に被害を与えないための地下水位や地下水流動量が確保されるかを検討・照査する。

設計上の留意点

- ・ 対策を実施したあと、供用時に入ってからでも対策効果の確認を実施する。
- ・ 設計、施工の妥当性を常に検証し、より効果の高い対策となるように心がける。



地下水流動保全工の概念図と仕組み

資料：「地下水流動保全のための環境影響評価と対策」(社)地盤工学会、平成16年10月)加筆

5.2 地下水流動保全工の検討の流れ

調査

- ・ 委員会において実施中。

影響評価

- ・ 構造物の建設に伴う地下水位および地下水流動量の変化を予測。
- ・ 地盤沈下や井戸枯れなど二次的に発生しうる現象に対する評価基準を検討。
- ・ 評価基準は、調査による現況把握のレベルや影響予測手法の特徴、地下水位の低下や地下水流動量の減少等の一時的現象と、これによって発生する地盤沈下や井戸枯れ等の二次的現象の関係、及び二次的現象が起こりえる可能性を考慮し設定。

設計

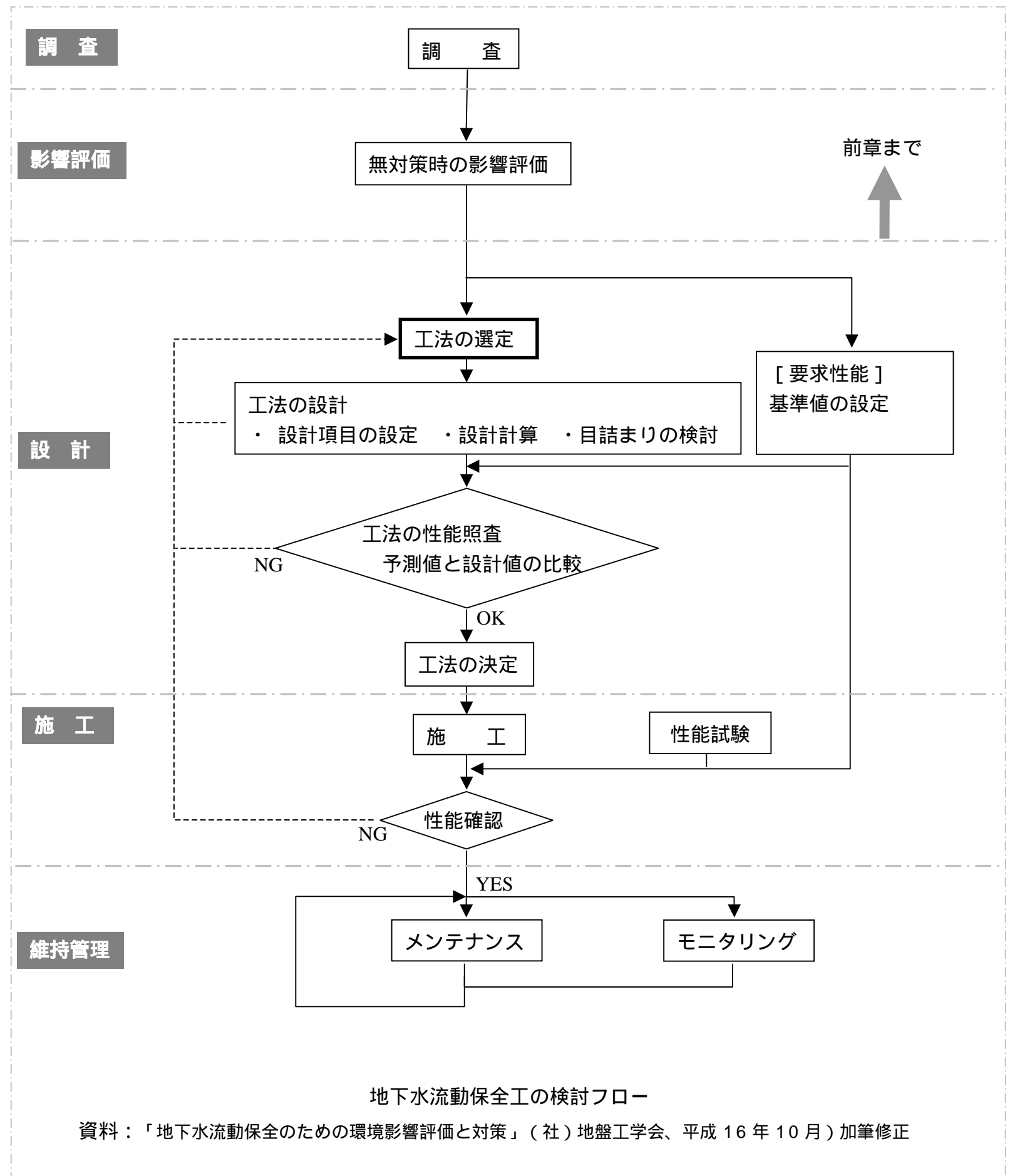
- ・ 現場条件（施工用地や施工時間、周辺家屋の状況等）や施工条件（帯水層と構造物の位置関係等）に応じ、最適な工法を選定。
- ・ 選定した工法に応じた設計項目と対策施設の仕様を定め、現地状況に応じた設計法を適用。
- ・ 設計計算による計算値（地下水の通水量など）が、設計値（周辺環境に被害を与えないための地下水位や地下水流動量）を満足するかについて検討・照査。
- ・ 維持管理計画案を作成。

施工

- ・ 設計仕様に基づき施工計画を作成。
- ・ 地下水流動保全工の施工後から、設計値が満足されているか確認。
- ・ 初期の施工状況をその後の対策工へフィードバック。

維持管理

- ・ 地下水位等のモニタリングの実施。
- ・ モニタリング状況と維持管理計画案に基づき、必要に応じてメンテナンスを実施。



5.3 地下水流動保全工の選定（帯水層と構造物の関係）

地下水流動保全工は、以下の3つの検討項目と現地状況等を勘案して総合的に検討し、最も適した工法を選定する。

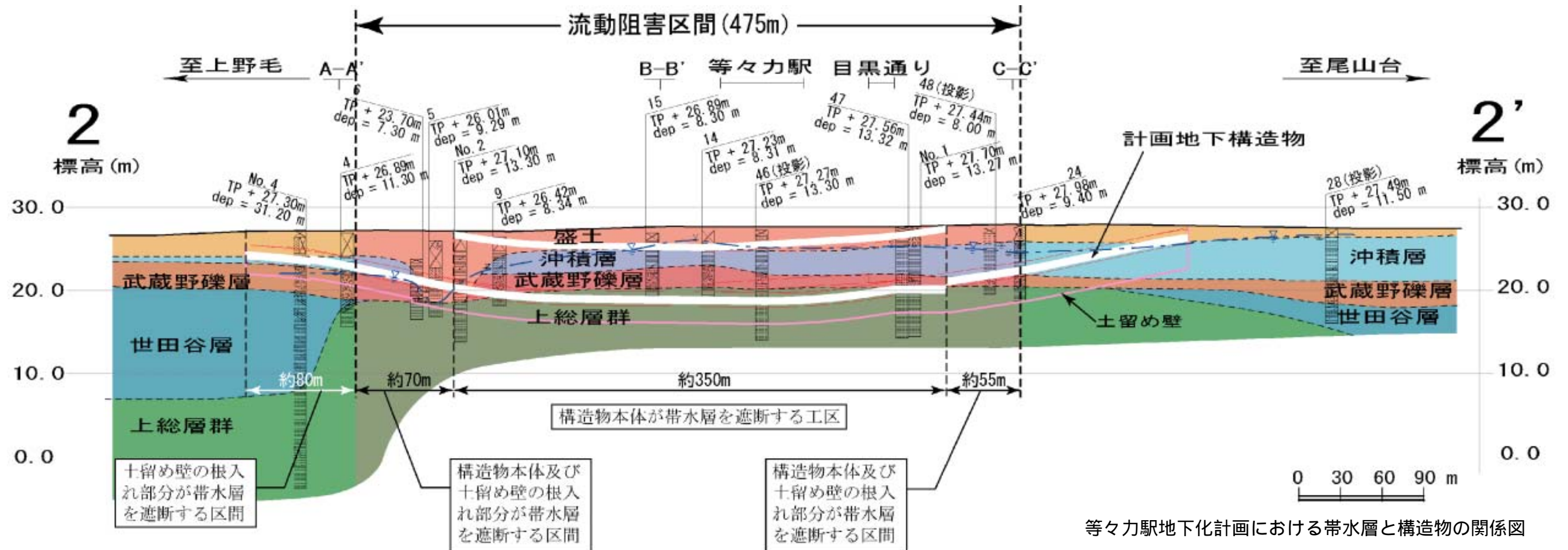
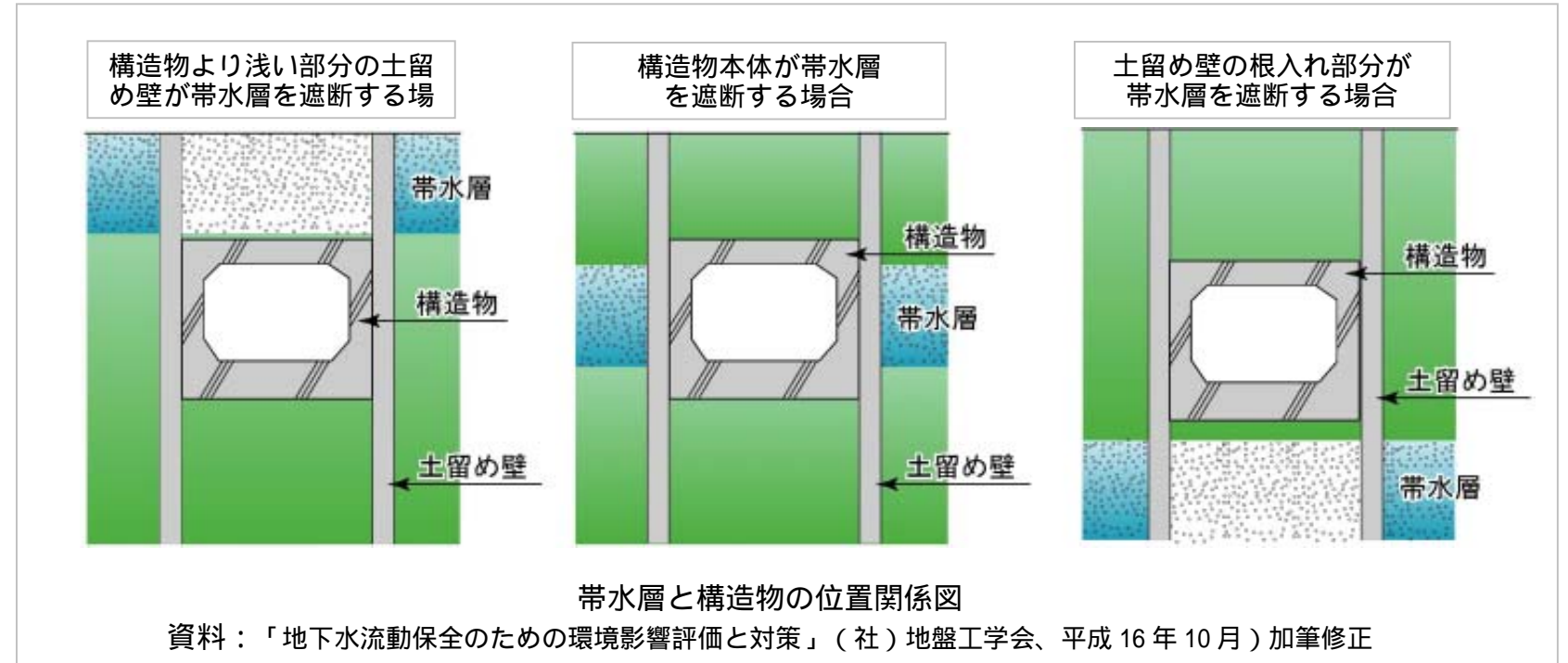
帯水層と構造物の関係

地下水流動保全工法の種類

地下水流動保全工法の施工時期

帯水層と構造物の関係

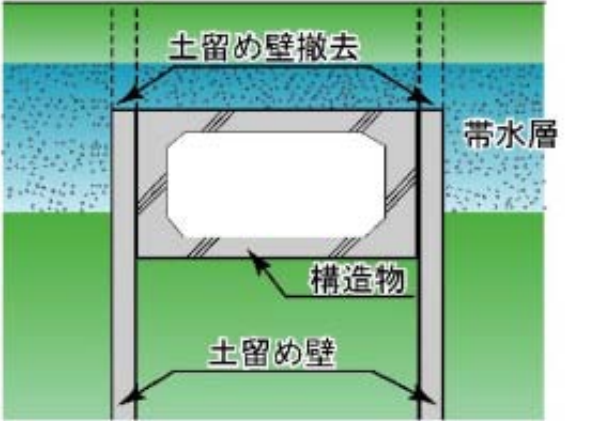
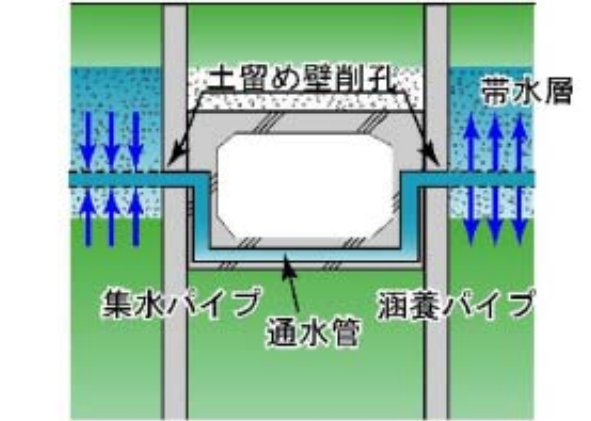
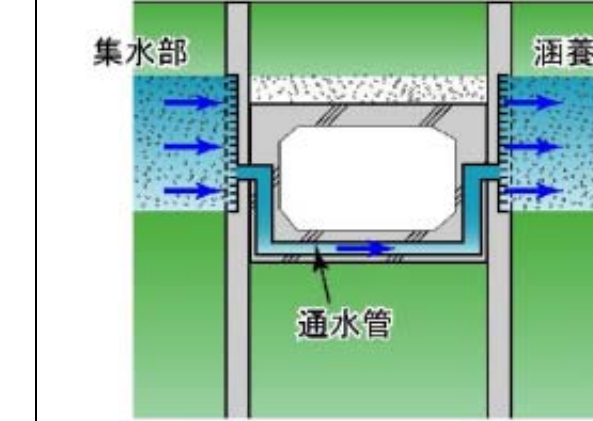
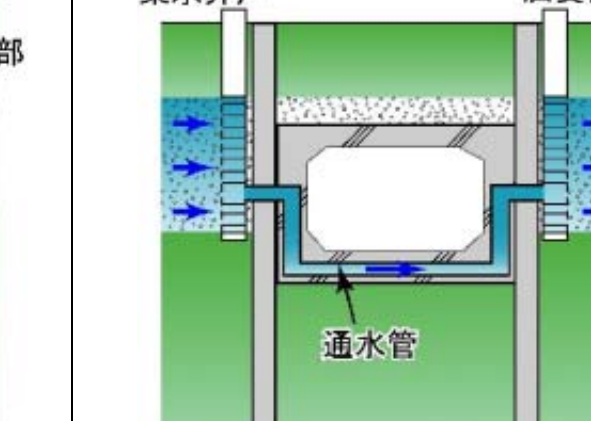
- 地下水流動保全工法の選定では、建設する構造物による帯水層の阻害の程度と地下水流動を阻害する建設物の種別（本体構造物、仮設構造物）が、制約条件となる。
- 構造物と帯水層の関係は、右図のような3ケースが考えられる。
- 等々力駅地下化計画に照らして考えると、構造物本体が帯水層である武蔵野礫層を遮断する区間は約350m、土留め壁の根入れ部分が帯水層に一部入る区間は上野毛側約80m、構造物本体と土留め壁の根入れ部分が帯水層を遮断する区間は上野毛側約70m、尾山台側で約55mとなる。



5.4 地下水流動保全工の選定（地下水流動保全工法の種類）

地下水流動保全工法の種類を集水部と涵養部の形式に着目して分類すると以下の4つのタイプに区分できる。

地下水流動保全工法のタイプと等々力駅地下化工事への適用性

| 形式区分 | 土留め壁撤去形式 (山留め壁破砕撤去形式) | 集水・涵養パイプ設置形式 (山留め壁横穴形式) | 集水・涵養機能付き土留め壁形式 (集復水井形式) | 集水・涵養井戸形式 | |
|----------------|--|--|---|--|--|
| | 概念図 |  |  |  |  |
| 工法の概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物構築完了後に、鋼矢板を引き抜く、土留め壁を取り壊すなどして遮断物を取り除く工法。 ・ 引抜きが可能な鋼矢板や取り壊しが可能なソイルセメント系の土留め壁に適用可。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 土留め壁内側から背面の帯水層に向けて水平方向や斜め下方に土留め壁を貫通して削孔し、集水・涵養パイプを挿入設置する工法（水平井戸、あるいは斜め井戸の設置）。 ・ パイプを設置する用地の確保が必要。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 集水・涵養機能を有する部材を土留め壁の一部に取り付ける工法。 ・ 様々な工夫を行うことが可能なことから、近年、種々の工法が開発・提案されている。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 土留め壁の外側に集水・涵養井戸を設置する工法。井戸の形式は、大口径、満州井戸、ドレーン併用など工夫が可能 ・ 土留め壁の外側に井戸を設置するため施工用地が必要。 | |
| 特徴 | 通水性等 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 帯水層の分布が浅く鋼矢板を用いる場合は、鋼矢板施工中の目詰まりが生じにくいことから通水性を期待できる | <ul style="list-style-type: none"> ・ 土留め壁構築後の掘削工事中から施工可能。 ・ 効果を向上させるにはパイプと帯水層の接触面積を大きくする必要がある | <ul style="list-style-type: none"> ・ 集水・涵養部と帯水層の接触面積を広くすることができる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 実績のあるさく井技術を利用可能。 ・ 施工期間中の対策として有効。設置本数の加減が行いやすい。 |
| | 用地 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 用地条件の制限を受けない。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 用地条件の制約を受ける。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 集水・涵養施設を土留め壁内部に設置するため、用地制約を受けにくい。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 市街地では用地の確保が困難となる場合がある。 |
| | その他 | <ul style="list-style-type: none"> ・ メンテナンスが不要。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削工事中の試験施工が実施しやすく効果の確認が可能。その後の対策に反映できる。 ・ メンテナンス方法の工夫が必要。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 試験井戸や初期に施工した井戸を用いることにより性能の確認を行うことができる。 ・ メンテナンスの方法の工夫が必要。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 試験井戸や初期に施工した井戸を用いることにより性能の確認を行うことができる。 ・ 井戸メンテナンスの方法を利用できる。 |
| 設計施工上の留意点 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 土留め壁撤去後の埋め戻し部へ充填する材料（フィルター材）と、充填後の透水性及び地盤強度の確保が必要。 ・ 土留め壁撤去時の、周辺及び構築中の構造物の破損や周辺地盤の変状発生等に配慮する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 帯水層の水圧が大きい場合、土留め壁削孔時の止水に配慮する。 ・ パイプは、集水・涵養に対して効率がよく、メンテナンスしやすい構造が必要。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 土留め壁の施工による帯水層の目詰まりを抑制することが必要。 ・ 帯水層と集水・涵養施設の接触部をメンテナンスできる工夫が必要。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 集水・涵養施設である井戸と通水管の接続方法の工夫が必要。 ・ 井戸周辺は地下水の動水勾配が急になり、集水・涵養施設の目詰まりが発生しやすいことから、通水流量の制御が重要。 | |
| 等々力駅地下化工事への適用性 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 等々力駅地下化計画では、本体構造物が帯水層を遮断する範囲が広い。また、撤去による地盤変形の懸念や用地条件から適用は困難。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>土留め壁構築後の対策として、パイプの設置が可能な用地において適用可能。</u> | <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>土留め壁の施工中から実施する対策として、等々力において適用可能。</u> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 土留め壁の外側に井戸を設置できる用地が少なく適用は難しい。 ・ 井戸形式は実績があるため、考え方を活用。 | |

資料：「地下水流動保全のための環境影響評価と対策」（社）地盤工学会、平成16年10月）を参照

5.5 等々力駅地下化工事における地下水流動保全工の概要

等々力駅地下化工事に適用する地下水流動保全工法のコンセプトと選定方針

- ・ 等々力駅地下化工事における地下水流動保全工は、土留め壁の施工中から構造物の完成後まで、地下水の流動状況を適切に維持することにより実害の及ぶ地下水・地盤環境問題を発生させない工法とする。
- ・ 帯水層と構造物の関係や施工用地の条件等を考慮し、集水・涵養機能付き土留め壁形式を主要なタイプとし、集水・涵養パイプ設置形式や集水・涵養井戸形式についても適用可能であれば積極的に導入する。
- ・ 集水・涵養機能付き土留め壁形式は、近年、開発されている工法事例を参照しながら、適用性の高い工法を検討する。
- ・ 集水・涵養機能付き土留め壁形式は、土留め壁施工中・施工直後にも帯水層の地下水流動を保全でき、土留め壁内の掘削後には通水管を接続することにより通水機能を確保する。また、帯水層の掘削中には、一時的に上流側の地下水を揚水し下流側へ注水（涵養）する。

集水・涵養機能付き土留め壁形式による地下水流動保全工法の概要

| | 土留め壁施工中・直後 | 土留め壁内の掘削中 | 土留め壁内の掘削後・供用後 |
|---------------|---|--|---|
| 地下水流動保全工のイメージ | | | |
| 保全工法の概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 土留め壁の施工中及び土留め壁の施工直後にも地下水は流動する。 ・ 集水・涵養施設は、施工用地内で構築できるよう土留め壁内に取り付ける。 ・ 土留め壁の施工による目詰まりを抑制できるような施工方法とする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 帯水層の掘削中は、一時的に上流側の集水施設で地下水を揚水し、下流側の涵養施設に注水（涵養）する。 ・ 帯水層の掘削中は、土留め壁は遮水機能を持つ。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削後及び供用時には、地下水は集水施設と涵養施設を接続した通水管を流動する。 ・ 集水・涵養施設は、メンテナンスのできる形式とする。 |