

寝屋川北部地下河川に関する 大深度地下使用について

灰原 通晴¹

¹大阪府寝屋川水系改修工営所 工務課 (〒536-0023大阪市城東区東中浜4-6-35)

寝屋川北部地下河川事業における大深度地下使用法の適用に向けた大深度地下の設定や地盤および地下水などの環境の保全に関する影響検討の結果について報告する。

キーワード 大深度地下使用, 地下河川, 影響検討

1. はじめに

寝屋川流域総合治水対策の一環である寝屋川北部地下河川事業は、寝屋川市、門真市、守口市、大阪市東部を縦貫する地下放水路を整備するものであり、地上河川や下水道増補幹線から取水して、大川（旧淀川）に 250m³/s を排水する計画である（図1）。

現在、最上流の讚良立坑（寝屋川市）から鶴見立坑（大阪市鶴見区）に至る 6.6km 区間が完成し、20万 m³ の貯留施設として暫定運用している。また、松生立坑（門真市）から鶴見立坑に至る区間は現在事業中であり、平成 32 年度の完成を目指している。しかし、鶴見立坑から排水機場（大阪市都島区）までの区間において、占用を予定している都市計画道路の整備の目途が立っておらず、地下河川事業への着手ができない状況であった。

そこで、上面の道路事業の進捗に影響されずに地下河川事業を推進するため、大深度地下の公共的使用に関する特別措置法（以下、大深度地下使用法と呼ぶ。）の適用による整備を目指している。大深度地下の使用に関する技術的な課題を検討するため、平成 26 年度から大阪府河川構造物等審議会 大深度地下使用検討部会（以下、部会と呼ぶ。）を設置して調査・検討を進めてきた。本稿では、大深度地下の設定、環境の保全のための検討状況および今後の予定を報告する。

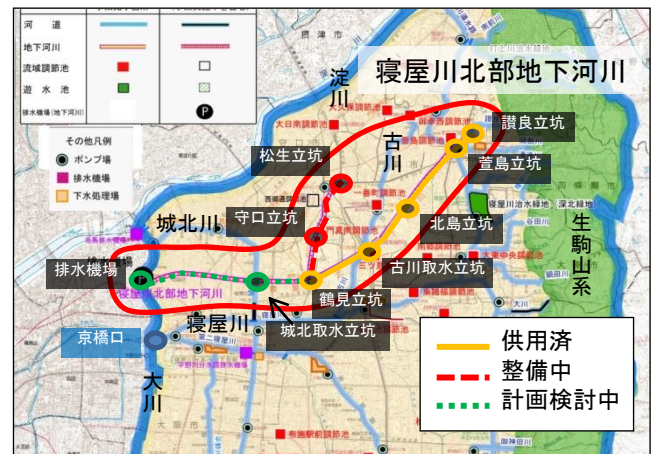


図1 寝屋川北部地下河川位置図

2. 平面ルート決定

寝屋川北部地下河川事業の未着手区間における平面ルートについては、①都市計画道路整備後に事業着手する従来案、②大深度地下使用で都市計画道路下に施工する案、③大深度地下使用でほぼ最短距離で施工する案、の3案で比較検討を進めてきた。

部会においては、事業効率や住民への影響等を総合的に比較検討した結果、②の大深度地下使用による都市計画道路下ルート案が最適であるとの結論を得た（図2上）。

3. 大深度地下深さと地下河川縦断線形の決定

大深度地下使用法では、大深度地下の定義を次の①または②のうちいずれか深い方の深さの地下と定めている。（図3）

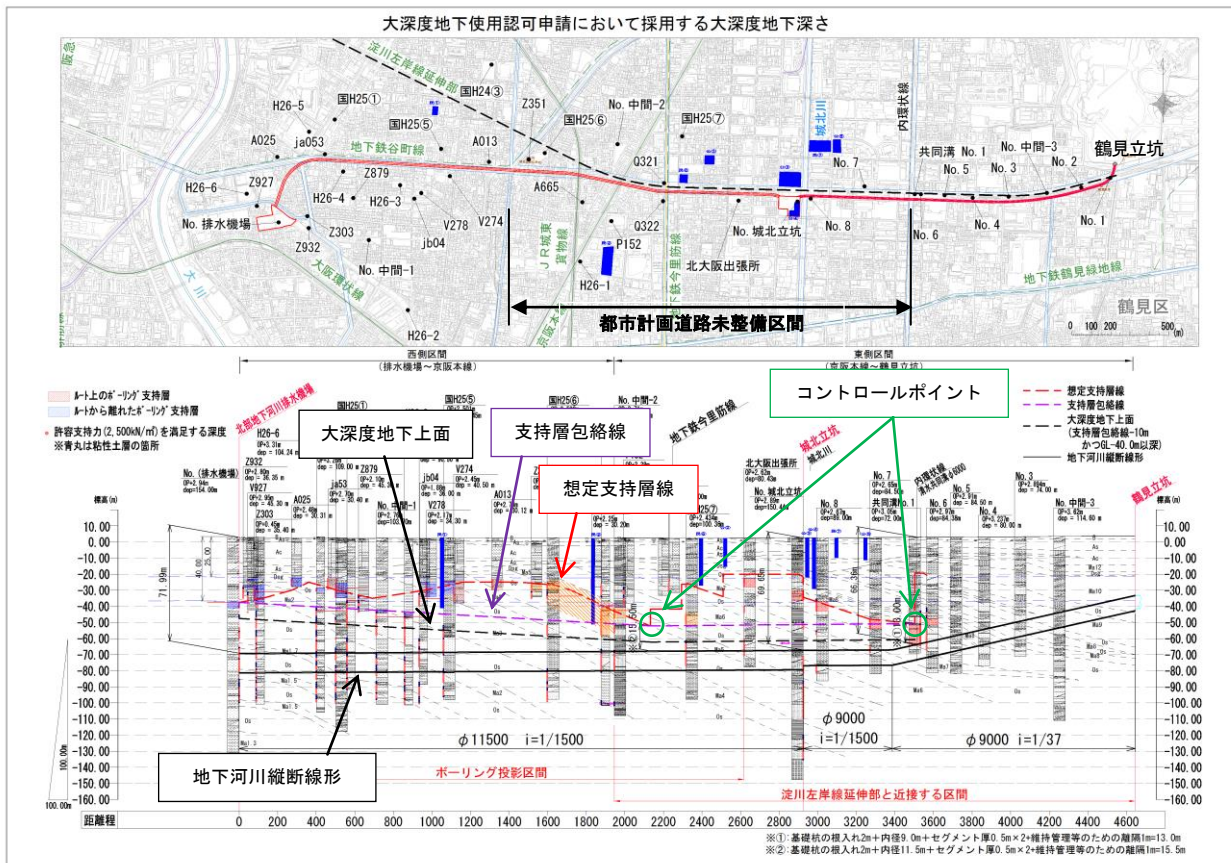


図2 寝屋川北部地下河川事業未着手区間の平面線形・縦断線形・大深度地下深さ

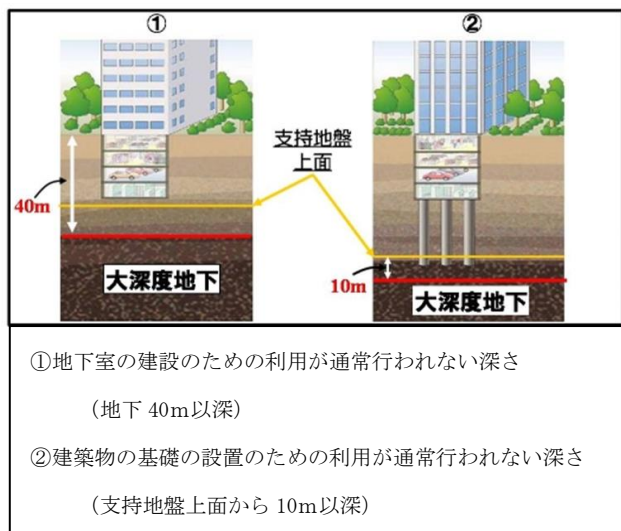


図3 大深度地下の定義

寝屋川北部地下河川の大深度地下の深さは、計画区間の地盤より、②の支持地盤により決定されることになるため、建築物等の基礎杭の貫入が想定される支持層を地質調査等によって特定しなければならない。

大阪府東部域の地層は東西方向に大きく傾動して

いることが知られているが、大深度地下の地質データは十分な蓄積がないため、部会においては、既往の地質調査データに加えて、計画ルート近傍においても追加の地質調査を実施し、想定地層断面図を作成して地層分布の把握を行った。

支持層の特定にあたっては、まず各地質調査地点で支持力の判定を行い、地質調査データが比較的密に得られている京阪本線から東側の区間においては、想定地層断面図上で連続的な支持層を特定した。一方、地質調査データが比較的疎な京阪本線から西側の区間においては、支持層のコンターを作成することで、データの補完を行って、連続的な支持層の分布を推定した支持層線を作成した。

さらに、図4に示すように想定支持層線の局所的な凹凸を消去するために支持層包絡線を作成し、これから10mの離隔を確保した深度を大深度地下上面ラインと決定した。

この大深度地下上面ラインよりも以深に地下河川

を配置することとなるが、国道 479 号（大阪内環状線）交差点付近と、国道 1 号（今里筋）交差点付近で大深度地下上面が深くなったため、これらが縦断線形のコントロールポイントとなった（図 2 下）。

縦断線形を設定した結果、鶴見立坑から国道 479 号（大阪内環状線）に至る区間において $i=1/37$ という急勾配が生じるとともに、下流端（排水機場）における管頂高は約 72m となり、従来案と比較して約 26m 深くなった。

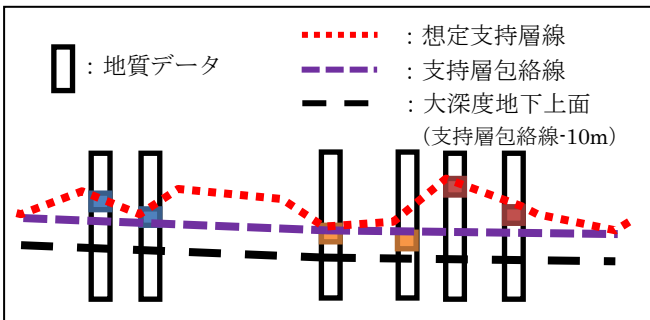


図 4 想定支持層線・支持層包絡線・大深度地下上面の関係

4. 都市計画の変更

平面ルートと縦断線形の決定を受けて、平成 2 年度に決定済みの都市計画の変更（平成 29 年 3 月 23 日付け大阪府告示第 519 号）を行った。これは、大深度地下使用法による権利設定に先立って、都市計画法による立体都市計画区域を定めて地域との合意形成を図っておくことが望ましいとされているためである。

今回の都市計画変更の要点は、①大深度地下使用法適用区間における立体都市計画の設定、②立体都市計画区間における離隔・荷重条件の設定（図 5）、③（仮称）淀川左岸線延伸部との調整による平面線形の変更、④守口調節池の追加に伴う管径の変更、である。離隔・荷重条件を設定することにより、この条件の範囲内の建築行為は都市計画法第 53 条第 1 項による許可申請が不要となるため、上面の土地利用規制の緩和につながる。

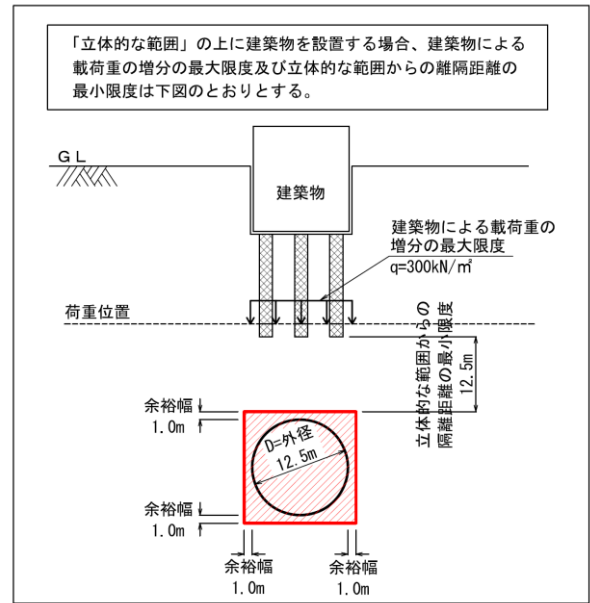


図 5 立体都市計画のイメージ

5. 水理模型実験による検討

大深度地下深さを考慮した地下河川の縦断線形の設定に伴い、急勾配区間と高落差における水理的な検証が必要となるため、水理模型実験により検討を行った。（図 6）

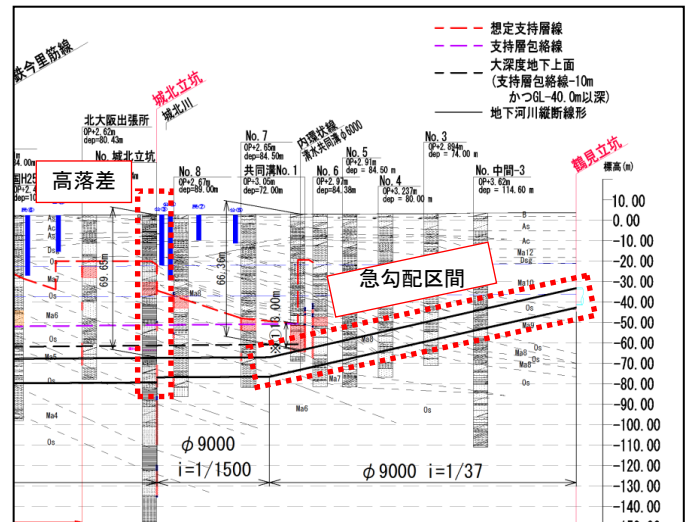


図 6 水理模型実験による検討箇所

まず、急勾配区間を開水路流状態で流下した場合に、河川砂防技術基準（案）同解説・設計編 [I] におけるトンネル河川の許容流速 7m/s を大きく上回る流速が生じ、管路や立坑の構造に悪影響を及ぼす可能性が高いと考えられるため、減勢対策について検討を行った。減勢工として、階段工や棧粗度（水

平、円形)の減勢効果を水理模型実験で検証し、目標とする効果を得る手法を確認することができた。

また、城北立坑においては、地上河川の城北川からの取水を予定しているが、ここでの落差が約70mとなる。従来深度の計画落差は約44mであり、これに対しては平成2~3年度に水理模型実験を実施し、千鳥階段型の減勢工が妥当であるとの結論を得ているが、今回落差が大きくなることにより、千鳥階段型での維持管理コストの負担増を踏まえ、ドロップシャフト型について改めて検討することとした。これに合わせて、城北川の取水堰についても水理模型実験により検討を行った。

ドロップシャフト型の減勢工では、水理模型実験により立坑流入部の狭窄部の設置位置を改良することなどにより、既往の千鳥階段型と同程度まで空気混入濃度を低減できることが確認できた。(図7)

なお、詳細な実験内容については、同時に「寝屋川北部地下河川における急勾配区間の減勢構造に関する水理模型実験について」、「寝屋川北部地下河川における城北取水立坑の減勢構造に関する水理模型実験について」、「城北川から寝屋川北部地下河川へ取水する堰構造に関する水理模型実験について」にて報告しているので参照されたい。



図7 水理模型実験の様子
(ドロップシャフト型減勢工)

6. 環境の保全のための検討

「大深度地下の公共的使用における環境の保全に係る指針」では、表1のとおり環境の保全のための検討項目が示されているため、これに従い調査検討を行った。なお、検討項目のうち、「その他」については、今回、目的構造物が地下河川であるため該当するものはない。

表1 環境の保全のための検討項目

項目	細目
地下水	地下水位・水圧低下による取水障害・地盤沈下
	地下水の流動障害
	地下水の水質
施設設置による地盤変位	施設設置による地盤変位
化学反応	大深度地下に存在する還元性の地層に起因する地下水の強酸性化、有害ガスの発生、地盤の発熱及び強度低下
掘削土の処理	掘削土の処理
その他	施設の換気等 交通機関等の大深度地下の使用

① 地下水

地下河川(管渠・立坑・排水機場)の築造による流動障害、取水障害、及び水圧低下による地盤地下の影響を検討した。その検討手法としては、構造物設置による三次元的な影響を定量的に評価できる「三次元解析」により実施することとした。「三次元解析」に必要となる、地盤、地下水位のデータを収集するため、既存の土質調査結果、地下水の既往資料を整理するとともに、地下河川のルート、立坑と排水機場の予定地の4箇所を地下水位観測点とし、それぞれ5~7の深度(帯水層)に対するストレーナーを有する観測井戸を設け、1年間水位を観測した。

これら土質調査結果等をもとに、現況再現解析として、三次元地層モデルを作成し、地下浸透量の条件や透水係数を設定、調整しながら、実際の観測井戸の水位の再現(キャリブレーション)を行った。

(図8上)

この解析モデルにより地下河川(管渠・立坑・排水機場)の築造後の影響を解析した結果、地下水位については、管渠、立坑では水位変化はほとんど生

じなかった。排水機場では、流動障害により 5cm 未満の微小な水位低下が生じるが、日々の水位変動の履歴内に収まる範囲であること、影響範囲が事業予定地内に収まることから取水障害は生じないものと判断した。地下水位低下に伴う圧密沈下量についても、排水機場において局所的に 5mm 未満の沈下が生じるのみであることから影響は軽微であると評価した。

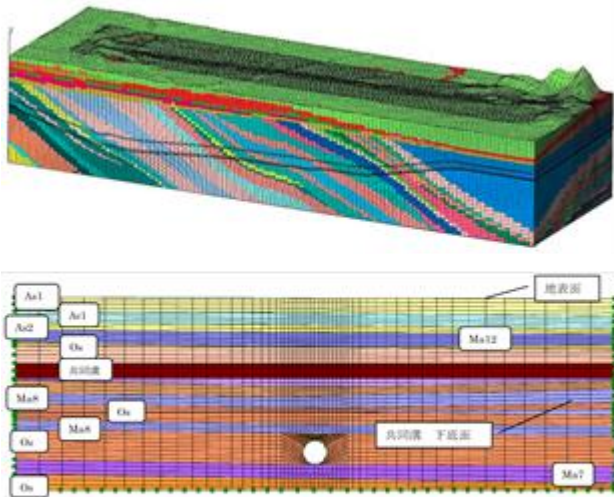


図8 数値解析モデルの例
 (上:三次元地下水浸透流解析モデル
 下:二次元地盤変位解析モデル)

また、地下水の水質に関しては、図9の示す位置で、地下水の環境基準(全28項目)について、地下水位観測地点4地点22検体の検査を行った確認した結果、ヒ素が2地点2検体で、塩化ビニルモノマーが2地点3検体で環境基準値を超過していた。地下河川管渠の築造は密閉型シールド工法の採用を予定しており、地下水の水質に著しい影響を与えるものではないと考えており、施工に合わせたモニタリング調査を実施し、水質に著しい変化が見られた場合、必要に応じて対策を講ずることとした。

② 施設設置による地盤変位

地盤変位解析は、横断方向断面を対象とした2次元FEM解析(弾性解析)により行った。解析断面は、全体の傾向を把握するため大深度地下使用法を適用

する区間で3断面とし、影響対象施設となる土被りの大きい地中構造物、高層建物に隣接する箇所を選定した。

地盤条件の設定にあたっては、ルート近傍の既往ボーリング調査結果を優先的に採用し、試験結果のないものは、一般値を採用した。応力解放率については、採用を予定している泥水式シールド工法での既往事例を整理するとともに、東日本旅客鉄道株式会社の近接工事設計施工標準を参考に算定した値から一律10%とした。(図8下)

地盤変位解析結果は、いずれも影響対象施設の変位は許容値以内に収まっていることを確認した。

③ 化学反応

大深度地下に存在する還元性を示す地層については、酸素に触れることにより、地層中に含まれる物質と空気・水との化学反応が発生し、地下水の強酸性化、有害なガスの発生、地盤の発熱及び強度低下が生じる可能性があるため、事業区域内の土壌や水質を調査する必要がある。(図9)

地下水のpHについては、6.8~7.6(平均7.3)とほぼ中性で、極端な酸性化を生じていない。また、極端な強還元性を示す地下水も確認されなかった。

土の酸性化について調査した結果、pH4.7~9.7(平均8.4)と極端な酸性化を生じておらず、COD等の分析結果では、施工深度付近に極端な強還元性を示す地盤は確認されていない。

これらの結果に加え、密閉式シールド工法では、掘削地盤と空気の接触は最小限で、化学反応を生じる可能性は極めて低いと評価した。

④ 掘削土の処理

泥水式シールド掘削機で掘削土は、土砂と汚泥に分離して処分することとなる。排水機場から鶴見立坑までの延長約4.7kmで、土砂は約32万 m^3 、汚泥は約26万 m^3 が見込まれ、これらの処分先については、現時点では、大阪湾広域臨海環境整備センターを想定し、本事業での土砂等を適正に処理できるも

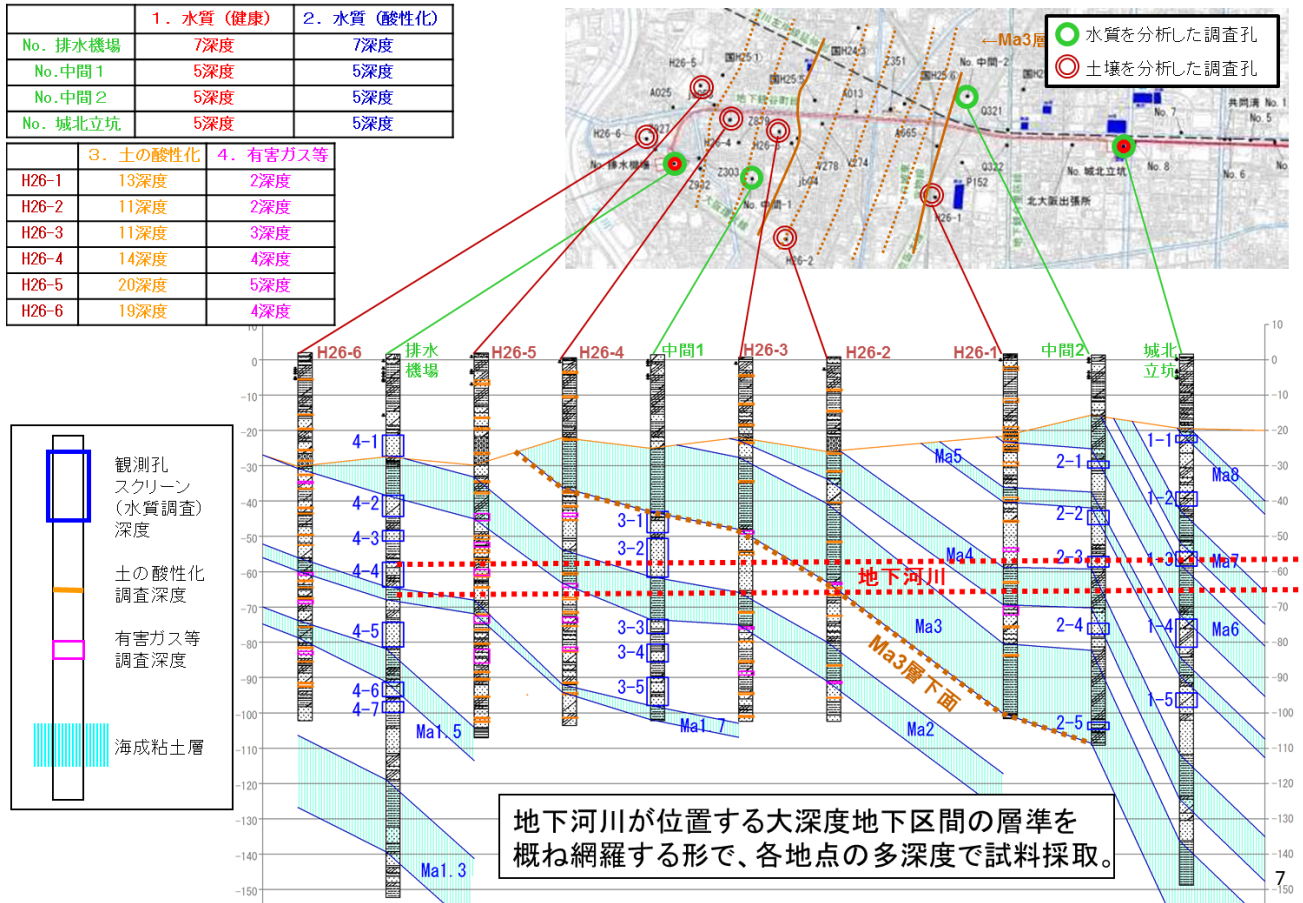


図9 水質調査・土壌調査 位置図

のと考えている。

また、掘削土の搬出車両による城北立坑周辺地域への影響を低減させるため、立坑用地に隣接する城北川を使った水上運搬についても検討を行い、その実現可能性を確認した。

7. 事業認可の取得

大深度地下使用の認可申請にあたっては、当該事業が所管大臣の認可を受けていることを証明しなければならない。本事業については、平成7年度に全体計画として大臣認可を受けているが、平成9年に河川法が改正され、圧力管運用の地下放水路については、河川整備計画とは別に国土交通大臣の認可を得ることが義務付けられた。現在、事業認可の取得を目指し、国土交通省と調整を進めている。

8. おわりに

大深度地下使用法の適用事例は全国的に見て非常

に少なく、特に河川事業においては、本事業が初適用となるとともに、検討すべき項目が多岐にわたることから、手探りの部分も多い状況であるが、部会委員に意見を賜りながら計画・検討を進めてきた。

本年度内にも大深度地下使用認可の申請に到達すべく、引き続き尽力していきたい。

最後に、本稿が類似事業の推進の参考となれば幸いです。

(謝辞)

今回の検討では、部会で審議をするにあたり、大阪市立大学大学院 阿部教授、関西大学環境都市工学部 石垣教授、大阪市立大学大学院 大島教授、京都大学防災研究所 川池准教授、一般社団法人地域地盤環境研究所 北田主任研究員、立命館大学理工学部 建山教授、京都大学大学院 戸田教授、京都大学大学院 三村教授に、さまざまご指導を賜り、厚く御礼を申し上げます。