



雨水対策事業「いろは呑龍トンネル」の整備について

竹田 正俊¹

¹ 京都府流域下水道事務所 施設整備課 (〒617-0836 京都府長岡京市勝竜寺樋ノ口1番地)

京都市、向日市、長岡京市にまたがる桂川右岸地域は、交通の便がよく、高度経済成長期に急激に都市化が進行したが、小畑川と桂川に挟まれた水はけの悪い地形であり、度重なる浸水被害に悩まされてきた。

京都府では、当該地域の浸水被害を軽減するため、平成7年から雨水対策事業「いろは呑龍トンネル」に着手しており、今年度で28年を迎える。ここでは、四半世紀にわたって取り組んできた、いろは呑龍トンネルの様々な特殊工事や大規模工事の内容、これまでの大雨に対する活躍ぶりや、供用を開始した南幹線および呑龍ポンプ場の整備効果等について報告する。

キーワード いろは呑龍、トンネル、雨水対策、シールド

1. 計画および事業実績

いろは呑龍トンネルが事業に着手した平成7年当時は、「流域下水道の分流式雨水対策」は極めて珍しく、全国に先駆けての取り組みであり、下水道法上も明確な位置付けはなかった。平成17年に、都市における浸水被害の頻発を受け、法改正がなされ、雨水流域下水道が創設されている。

いろは呑龍トンネルは、計画対象降雨である概ね10年に1回程度起こりうる降雨(61.1mm/h)に対して浸水被害を防止するため計画した。

主な施設は、増水した河川から雨水をスムーズに取り込むための“接続施設”、取り込んだ雨水を貯留し流す“幹線管渠”、雨水を河川に放流する“ポンプ場”で構成する。(図-1, 2)

幹線管渠(内径8.5m~3.0m)は、大きく北幹線と南幹線に分かれ、総延長は約9kmあり、北幹線はさらに1号管渠~3号管渠に分かれており、1号管渠は向日市に管理を委託している。最下流部にある呑龍ポンプ場では、毎秒10m³の水を一級河川桂川

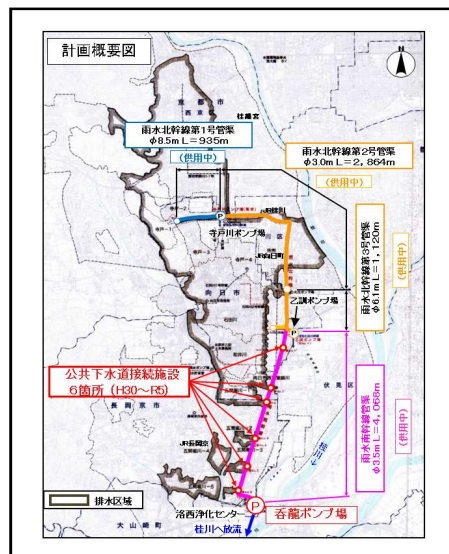


図-1 計画概要図

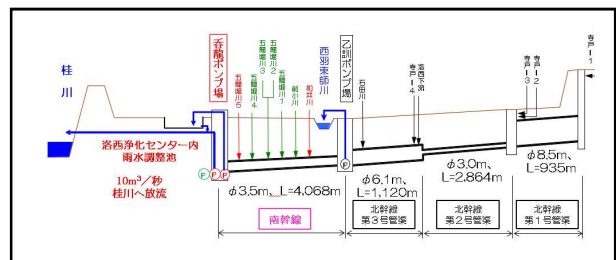


図-2 呑龍断面図

へ放流することができる。

全体の計画対策量としては 238,000m³ となり小学校の 25mプール 800 杯分に相当する。平成 25 年の台風 18 号や、令和 3 年 8 月の豪雨時にも、浸水被害を大きく軽減したと想定されている。(図-3)

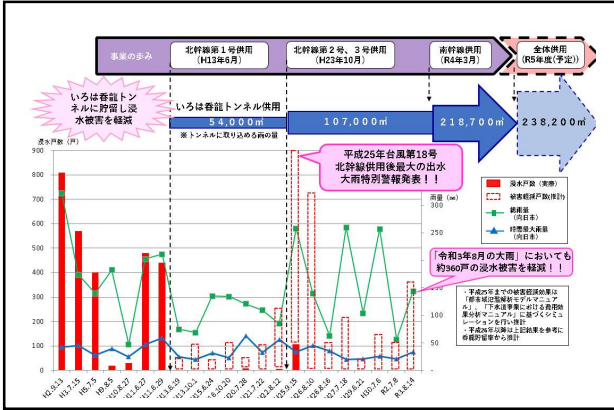


図-3 いちは呑龍トンネルの実績

2. 呑龍トンネルの工事に使われている各種工法

(1)ハイブリッド式親子シールド工法

幹線管渠は、全線シールド工法で施工されており、平成 8 年に北幹線 1 号管渠は内径 8.5m の大口径のシールドで工事着手し、平成 13 年 6 月に完成した。

平成 23 年 10 月には北幹線 2, 3 号管渠が完成しているが、2 号管渠は内径 3.0m、3 号管渠は内径 6.1m と管径が異なっている。異なる管径を一度に施工するため、「ハイブリッド式親子シールド工法」(写真-1)を採用している。まずトンネル径の大きい「親機」にて掘進し、途中で親機の中からトンネル径の小さい「子機」が発進して掘進する施工方法で中断することなく施工している。



写真-1 親子シールド

(2)凍結工法

凍結工法とは、シールド工法の発進・到着時の補助工法として用いられる工法であり、凍結管を埋設して凍土を造成し、接続工事完成後は、解凍を行う工法である。薬液注入工法などと比較すると、土質による改良範囲のむらが少なく、高強度で良好な遮水ができ、土壌汚染などの心配がない等の特徴がある。(図-4)

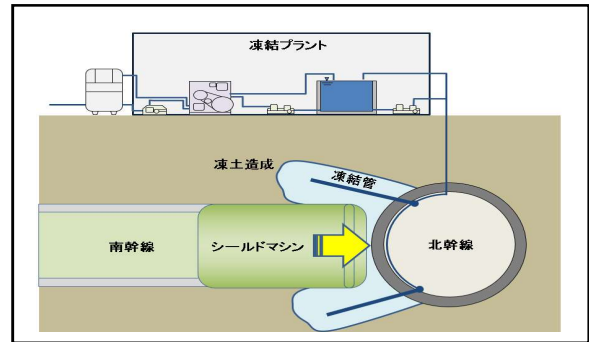


図-4 凍結工法

<トピック>

北幹線と南幹線の接続箇所(図-5)において、平成 29 年 11 月、シールド内に漏水・土砂流入が発生し、国道 171 号の陥没に至った。

土被り地盤との隙間に充填剤を充填し、地下水の通り道には水膨張性シーリング材の設置により止水対策を行うものであったが、充填材が十分でなく、また、シーリング材を設置していなかった状態で凍結を解除してしまったため、毎分約 500ℓ の漏水と併せて 120m³ の土砂が北幹線管渠内に流入することとなった。この原因究明については、外部有識者による技術検討委員会を設置し、復旧工法も含め議論を行った。

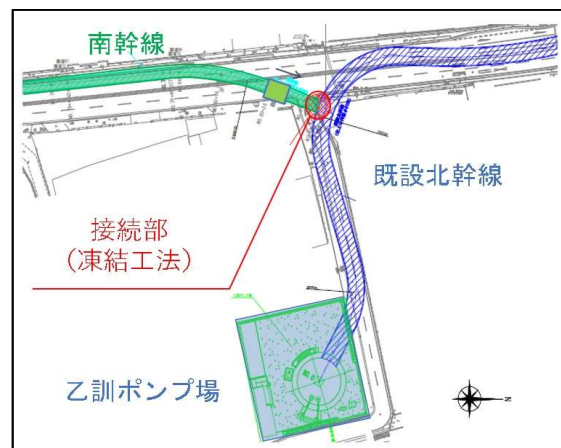


図-5 北幹線と南幹線接続箇所

(3) ニューマチックケーソン工法と大規模設備

呑龍ポンプ場は、地下水位の高い砂礫層に、縦 39.5 m×横 42.5m、深さ 42.7m、総打設量 32,800m³ のコンクリート地下構造物を築造するため、構造物を地上で構築し沈下させるニューマチックケーソン工法を採用することとした。(図-6)

呑龍ポンプ場は、地下部分が京都タワービルと同程度の大きさになり、幹線管渠に貯留した雨水をくみ上げ、桂川に排水する機能がある。ポンプは、1台で 5m³/s の非常に大きな排水能力があり、口径は 1500mm、全揚程は 31m、重量は 30 t あり、現在 2 台が稼働している。(写真 3, 4)



写真-3 呑龍排水ポンプ

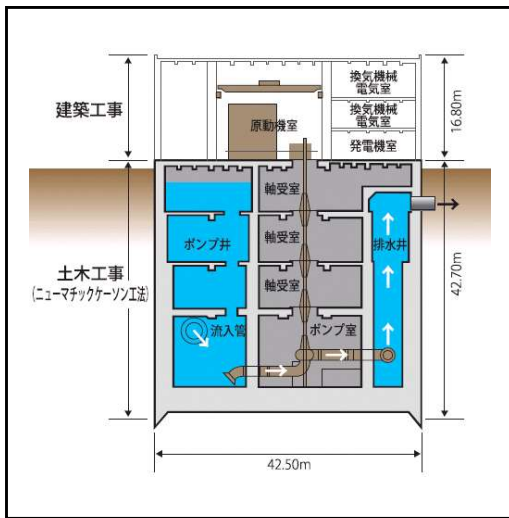


図-6 ニューマチックケーソン



写真-4 減速機

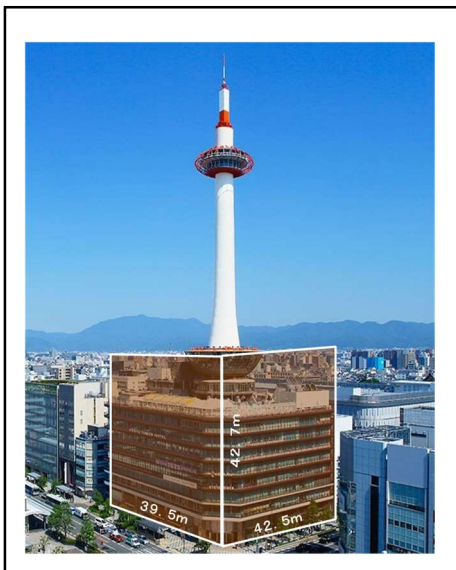


写真-2 京都タワービルとの比較

3. 現在施工中の工事

(1) 調整池工事

呑龍ポンプ場調整池は、令和4年6月に着手し、令和6年3月までの予定で工事を進めている。工事費約22億円であり、本体の大きさは縦66.0m×横61.0m、深さ6.0mで、プレキャストブロック510本と現場打鉄筋コンクリート造であり、そのため、21,600m³の土砂掘削と、14~16mの長さの杭を打設する。

杭はPHC杭とSC杭を打ち継ぐものであり、合計240本打設する。(図-7)

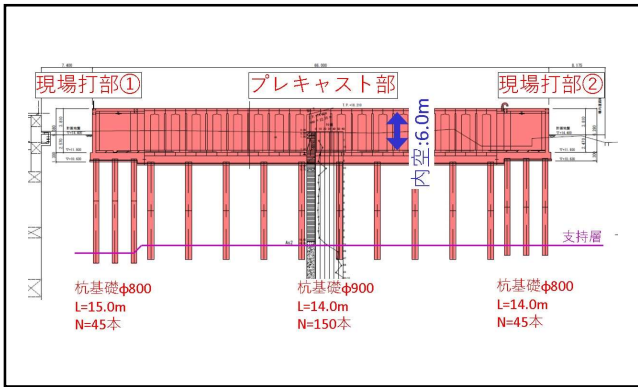


図-7 調整池断面図

調整池の形式については、プレキャストブロック形式5案と現場打ち形式1案で選定を行い、施設の敷地に入るかどうか、また工事費や工期などを比較検討し、最終的にケース1のスタンド型のプレキャストブロック形式を選定した。(図-8(1),(2))

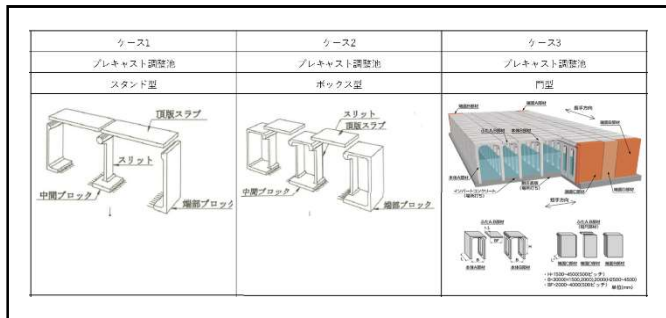


図-8(1) 調整池比較検案

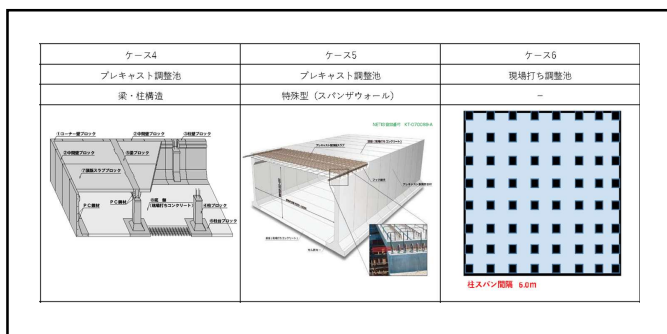


図-8(2) 調整池比較検案

調整池の現場での施工にあたっては、ICT 施工技術を活用している。ドローンを使った起工測量及び出来型管理、ICT 建設機械による施工を行っている。(写真-5)

この調整池が完成すると、さらに 19,500m³ の貯留能力が増加することとなる。令和 5 年度末完成の予定である。



写真-5 調整池掘削状況

(2) 接続施設工事

流域からの雨水は市が整備する公共下水道を経て、いろは呑龍トンネルに流入する。そのための接続施設は、最初に発進立坑を構築し、推進工で幹線管渠に接続した後、市町の流入施設からの雨水を受け入れる特殊人孔を築造するものであり、人孔内ではドロップシャフト等により、水の減勢をしている。五間堀川-2, 3 接続施設は、延長約 228m、管径 900mm であり、推進工で施工を進めている。(写真-6, 7)



写真-6 発進立坑



写真-7 推進工掘削機

4. 南幹線・呑龍ポンプ場の供用開始

(1) さらなる浸水対策効果の向上

呑龍トンネルは、北幹線が完成した時点で、107,000m³の貯留能力であったが、南幹線が完成して、さらに63,250m³貯留能力が増加するとともに、呑龍ポンプ場稼働することで、さらに流下能力が追加になった。(図-9)

項目	北幹線			南幹線	
	第1号管渠	第2号管渠	第3号管渠	管渠 呑龍ポンプ場	調整池
供用年月	平成13年6月	平成23年10月		令和4年3月	令和5年度(予定)
対策量 (m ³)	貯留能力	54,000	53,000	63,250	19,500
	流下能力	-	-	48,450	-
	累計	54,000	107,000	218,700	238,200

図-9 呑龍トンネルの貯留能力と流下能力

(2) 供用開始記念式典

令和3年度末には南幹線と呑龍ポンプ場が供用する運びとなった。西脇知事はじめ、国土交通省下水道部長、京都市長、向日市長ら、関係者が出席し、記念式典が盛大に開催された。(写真-8, 9)



写真-8 供用開始記念式典



写真-9 呑龍ポンプ場

(3) 全建賞受賞

いろは呑龍の名前の由来について、「いろは」は、地球環境と下水道の調和を掲げた京都府未来下水道計画(いろはプロジェクト21)から、「呑龍」は雨を自在にあやつる龍が大雨を呑み込み人々を守るとの意味から命名された。雨水対策事業のPRキャラクターとして「呑龍太郎君」が、日頃目にすることが少ない地下トンネル施設のPRに励んでいる。

また、呑龍トンネルは、各種メディアにも取り上げられ、全建賞((一社)全日本建設技術協会)も3度受賞している。(写真-10, 11)

- ★平成14年 雨水北幹線第1号管渠
- ★平成24年 雨水北幹線第2号・第3号管渠
- ★令和4年 呑龍ポンプ場

昨年受賞した呑龍ポンプ場は、受賞理由として、大雨により増水した水路から、地下トンネルとして整備した「いろは呑龍トンネル」に雨水を取り込み、最下流に位置する「呑龍ポンプ場」から大河川である桂川に排水することで、浸水被害が頻発していた乙訓地域の治水安全度を向上させたことが評価されたものである。



写真-10 全建賞



写真-11 授与式

5. おわりに(全体供用に向けて)

近年の豪雨に対して、呑龍トンネルは、目に見えて大きな効果を発揮しており、調整池が令和5年度に完成すると、幹線管渠の貯留・流下対策施設は完成となり、238,200m³の対策量が確保でき、治水安全度をさらに向上させることとなる。

また、接続施設11箇所のうち、残り4箇所を整備中であり、それらの整備を図っていくのと併せて、府民に対して、ホームページなどで呑龍トンネルの活躍を情報発信してくなど、PRに努めていきたい。