

慢性的な浸水地帯であった中川流域において

地下50mの放水路整備により浸水被害を軽減

～中川・綾瀬川直轄河川改修事業（首都圏外郭放水路）の概要～

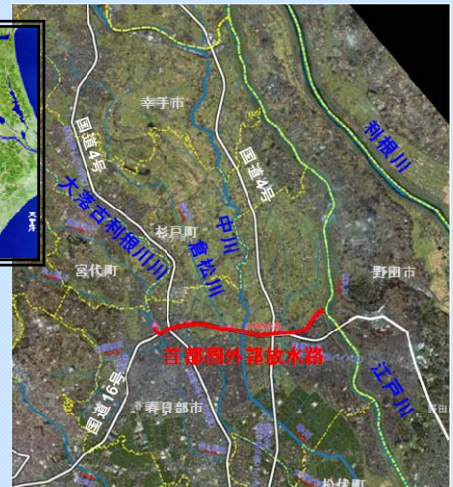
中川・綾瀬川流域は、荒川・利根川・江戸川などの大河川に囲まれた低平地であるため、河川の勾配は緩やかで水が流下しにくく、ひとたび大雨が降るとすぐには水位が下がらず、これまでしばしば浸水被害を受けてきた。また、首都圏に位置する流域は市街化が進み、流域内人口は約347万人、資産額は56兆円に及び。平成17年のつくばエクスプレスの開業や越谷レイクタウン等の郊外型大型店舗の出店等もあり、今後さらに開発が進められると予想される。

このように早急な浸水対策が必要とされる中川・綾瀬川では、将来的には100年に1回の洪水に対処することを目標としているが、流域の治水安全度を早急に向上させるため、当面は10年に1回の洪水による被害の軽減・防止を目標に「総合治水対策」を進めている。

本プロジェクトは、「総合治水対策」の抜本策として、中小河川の洪水を地下に取り込み江戸川に流す地下放水路「首都圏外郭放水路」を整備したものである。

■ 経緯

- S58 中川・綾瀬川流域整備計画策定
- H3 概略検討実施
- H4.4 大規模事業認定
- H4.6～ 詳細検討実施
- H5.3 工事着手
- H14.6 部分通水開始
- H18.6 整備完了、完全通水開始
→平成23年度 事後評価完了



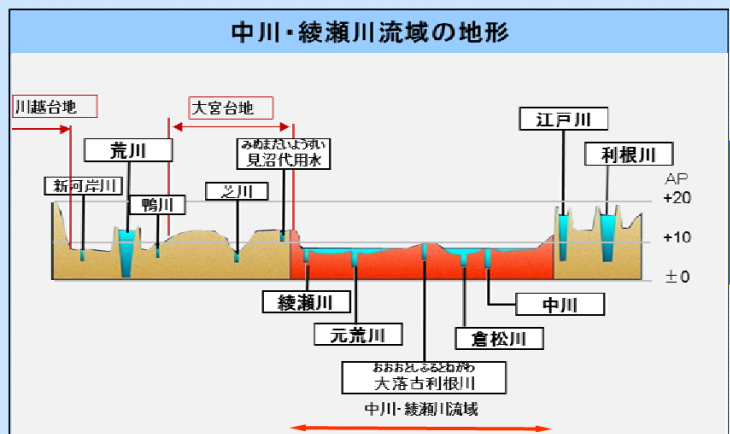
■位置図

■主な洪水被害

主な洪水	流域平均総雨量 (mm/48hr)	被害状況等
S33.9 狩野川台風	282.0	浸水戸数：41,511戸 浸水面積：27,840ha
S54.10 台風20号	102.6	浸水戸数：13,107戸 浸水面積：1,030ha
S56.10 台風24号	196.5	浸水戸数：19,661戸 浸水面積：2,120ha
S57.9 台風18号	210.4	浸水戸数：36,425戸 浸水面積：27,690ha
S61.8 台風10号	196.6	浸水戸数：22,962戸 浸水面積：6,531ha
H3.9 台風18号	186.5	浸水戸数：31,431戸 浸水面積：9,236ha

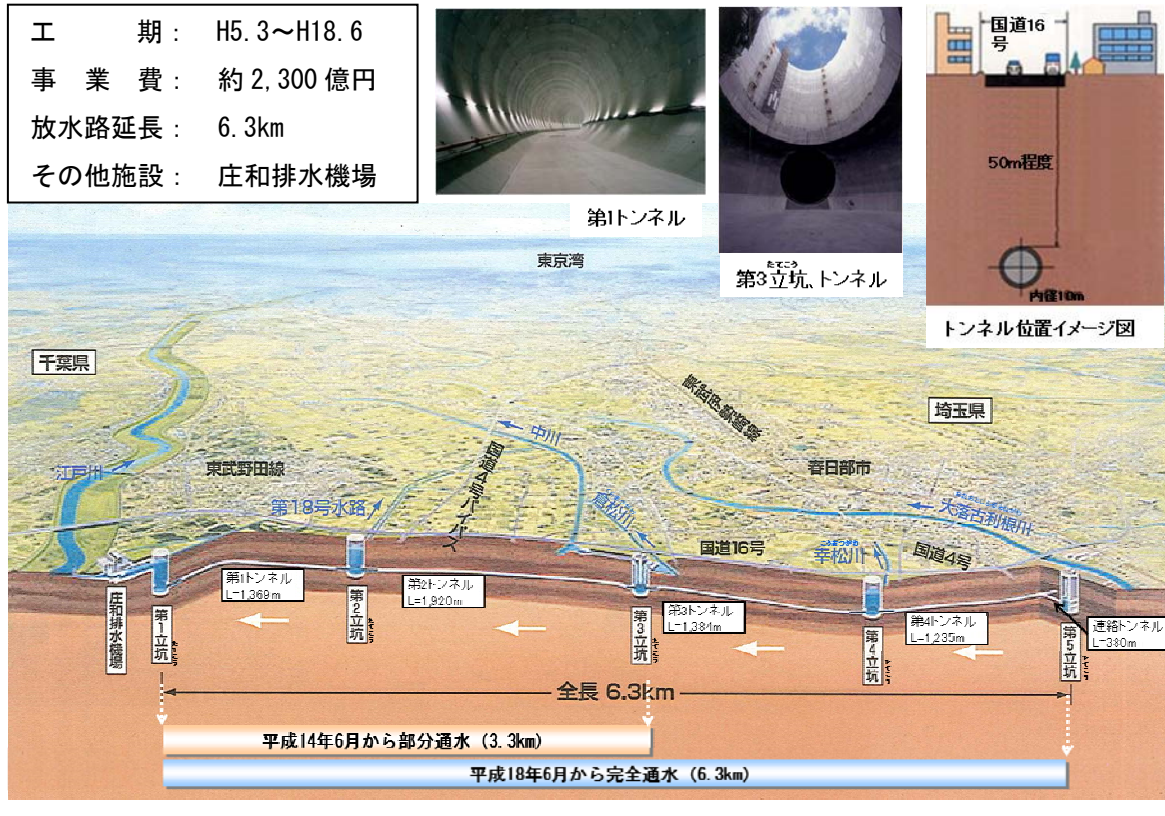


八潮市大曾根地先(昭和54年)



■ 諸 元

工 期： H5.3～H18.6
 事 業 費： 約 2,300 億円
 放水路延長： 6.3km
 その他施設： 庄和排水機場

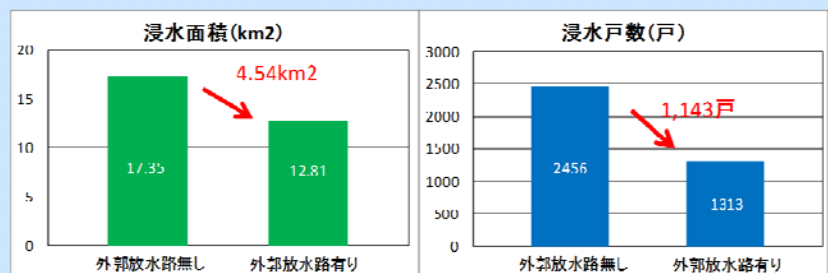


本プロジェクトは、中川・倉松川・大落古利根川等の中小河川の洪水の際、その洪水の一部を江戸川へ放流するために各河川間を地下50mで結ぶ放水路「首都圏外郭放水路」を整備したもので、平成5年3月に工事着手、平成14年6月に部分通水、平成18年6月に整備が完了し完全通水を開始した。

首都圏外郭放水路は、部分通水開始から平成23年12月末までに69回（11,233万³）の洪水調節を実施しており、運用開始以降、最大の流入量を記録した平成20年8月の集中豪雨の際も約1,172万³の洪水調節を行い、浸水被害を軽減した。

一方、本プロジェクトの計画段階では、このような大深度・大口径の地下放水路の前例はなく、プロジェクト実施にあたり「首都圏外郭放水路技術検討会」（以下、「技術検討会」と記載。）及び「首都圏外郭放水路覆工構造検討委員会」（以下、「覆工構造検討委員会」と記載。）を設置して技術的課題の検討や新技術の研究・開発を行い、その結果に基づいて構造や施工方法等を見直したため、当初の工期や事業費に大幅な変更が生じたこととなった。

年間調節量		
年度	回数	調節量 (万 ³)
平成14年度	6	840
平成15年度	5	601
平成16年度	7	1,569
平成17年度	7	909
平成18年度	7	2,021
平成19年度	6	879
平成20年度	10	1,593
平成21年度	5	742
平成22年度	7	586
平成23年度	9	1,493



平成20年8月集中豪雨における浸水被害の軽減

部分通水以降の洪水調節実績

1. プロジェクトの内容と目的

中川・綾瀬川流域は、図1に示すとおりその地形的特徴のため、しばしば浸水被害を受けてきた。また、首都圏に位置する流域は市街化が進み、流域内人口は約347万人、資産額は56兆円に及び、今後さらに開発が進められると予想される。

このように早急な浸水対策が必要とされる中川・綾瀬川では、将来的には100年に1回の洪水に対処することを目標としているが、流域の治水安全度を早急に向上させるため、当面は10年に1回の洪水による被害の軽減・防止を目標に「総合治水対策」を進めている(図2)。

本プロジェクトは、「総合治水対策」の抜本策として、中川・倉松川・大落古利根川等の中小河川の洪水を地下に取り込み江戸川に流す地下放水路「首都圏外郭放水路」を整備したものである。

「首都圏外郭放水路」は、各河川から洪水を取り入れる「流入施設(越流堤)」と「立坑」、洪水を流化させる地下水路の「トンネル」、地下空間で水勢を弱めスムーズな流れを確保する「調圧水槽」、洪水を江戸川へ排水する「排水機場」と「排水樋管」等で構成されている。

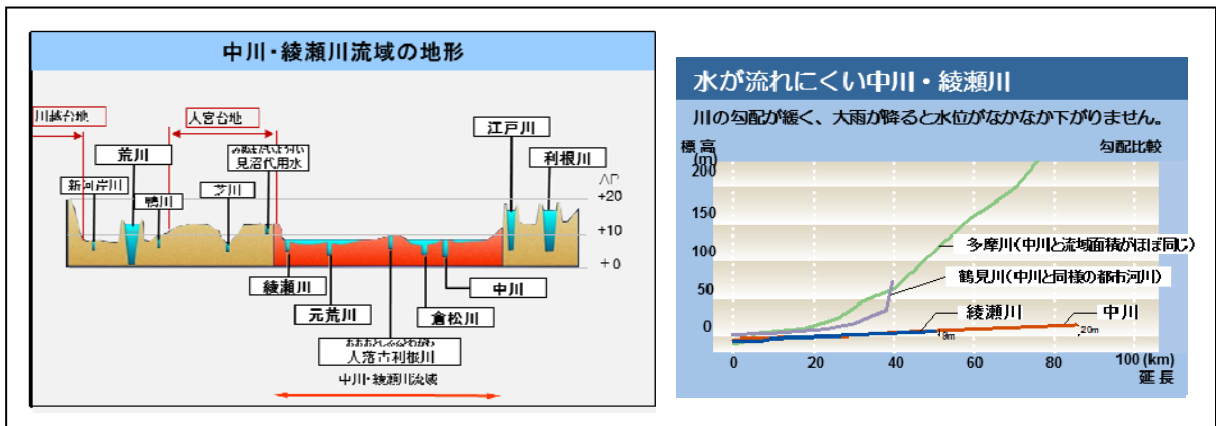


図1 中川・綾瀬川流域の地形的特徴

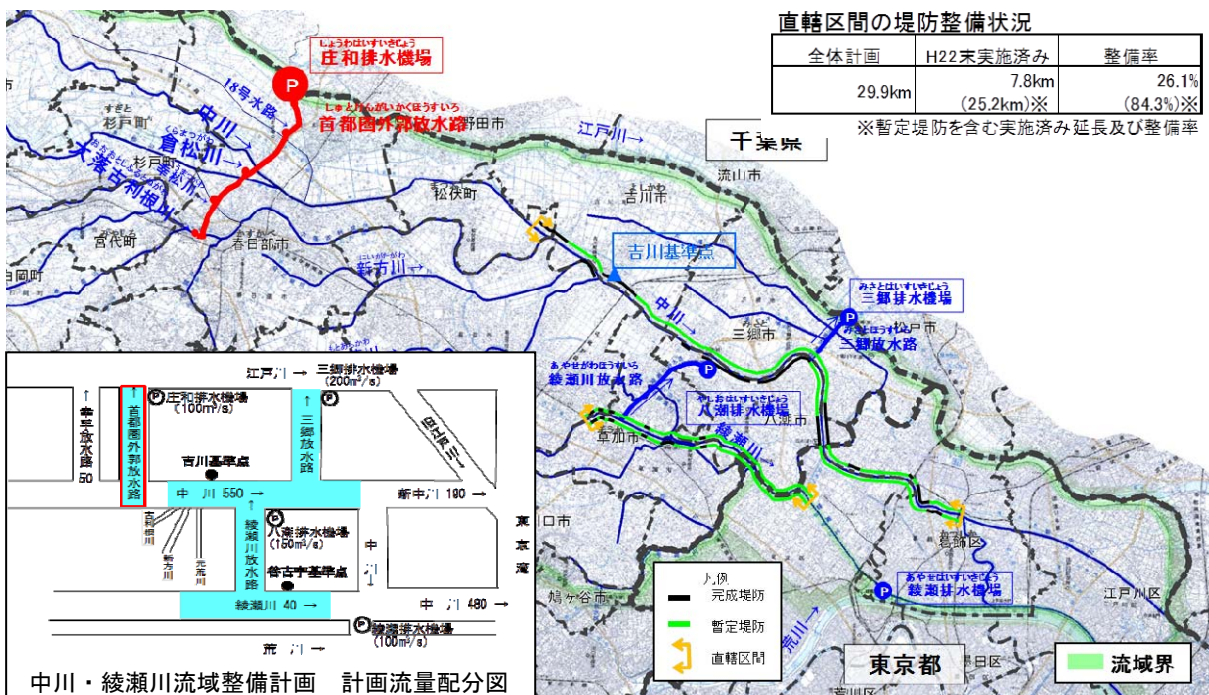
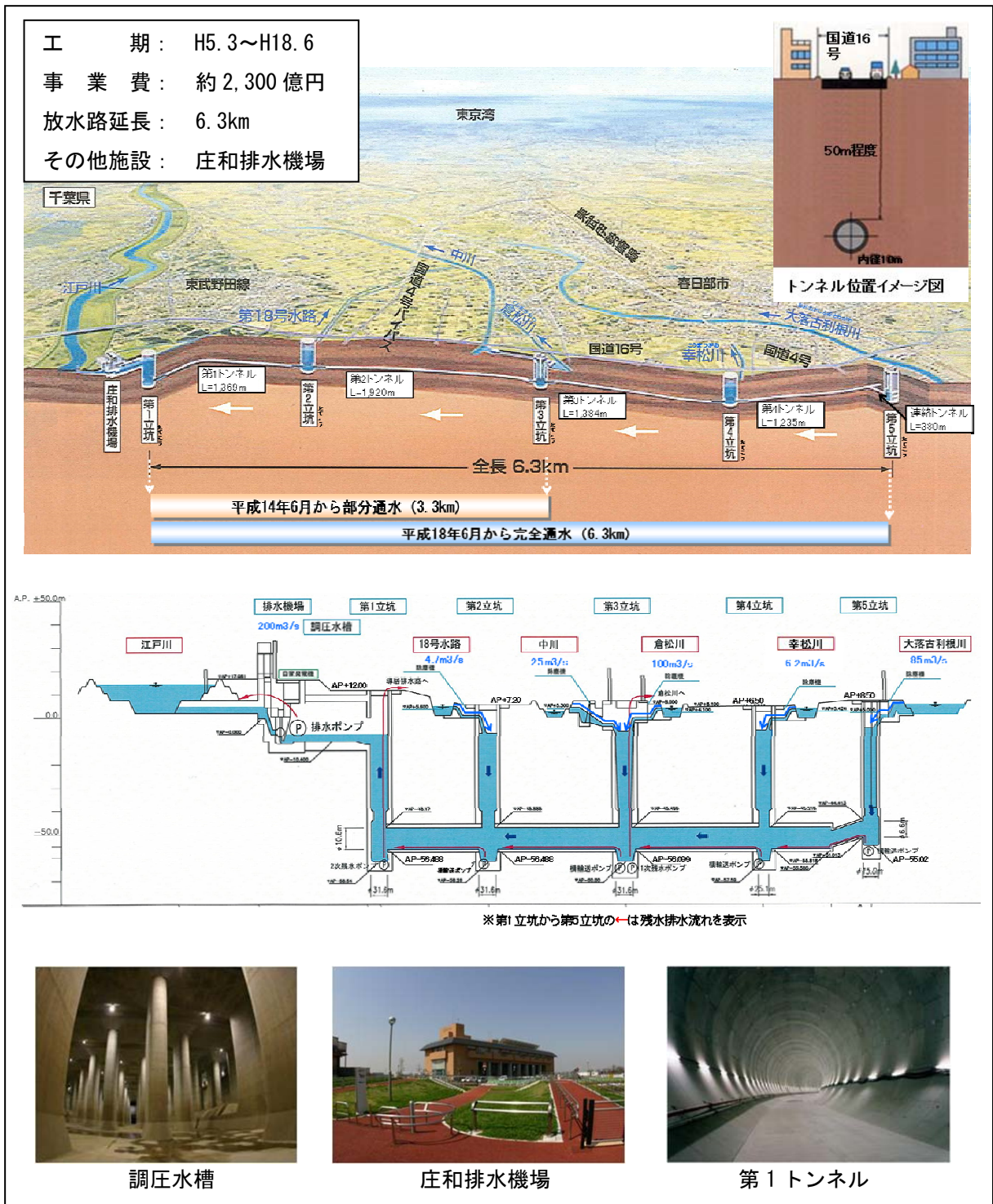


図2 中川・綾瀬川流域の治水施設整備状況及び計画流量配分図

■諸元・概要図



本プロジェクトは、平成5年3月に工事着手、平成14年6月に部分通水、平成18年6月に整備が完了し完全通水を開始した。

地下50mに設置された内径10mのトンネルをはじめとして、このような大深度・大口径の地下放水路の前例はなく、プロジェクト実施にあたり技術検討会及び覆工構造検討委員会を設置して技術的課題の検討や新技術の研究・開発を行い、その結果に基づいて構造や施工方法等を見直しながら進めた工事であった。

2. プロジェクトの効果

1) 種々の定量的効果

a) 洪水調節効果

首都圏外郭放水路は、図3に示すとおり平成14年6月の部分通水開始から平成23年12月末までに69回の洪水調節を実施、累計調節量は11,233万 m^3 となっている。また、運用開始以降、最大の約1,172万 m^3 の洪水調節を行った平成20年8月の集中豪雨について、実際の浸水状況と放水路が未整備の場合のシミュレーション結果を比較したところ、図4に示すとおり浸水面積は4.54 km^2 減少、浸水戸数は1,143戸減少しており、放水路整備により浸水被害が軽減した。

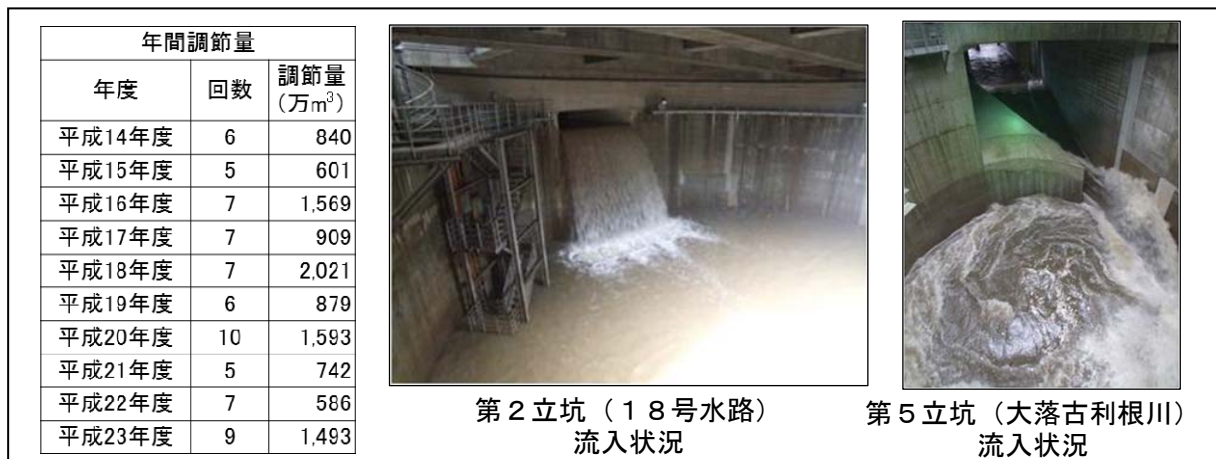


図3 部分通水以降の洪水調節実績

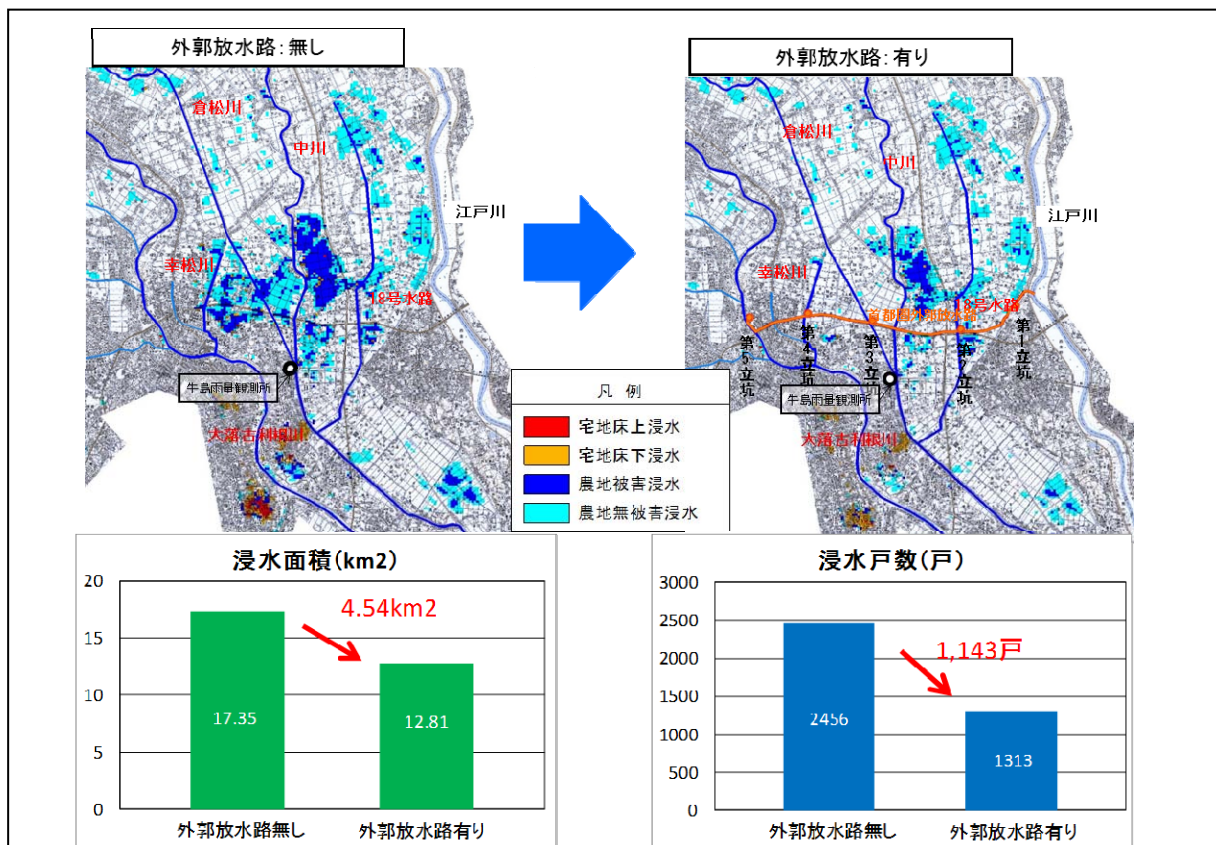


図4 平成20年8月の集中豪雨による出水時の浸水状況とシミュレーション結果

b) プロジェクトへの投資効果

本プロジェクトの建設費や維持管理等の費用(C(Cost))に対する投資効果については、洪水氾濫被害防止による被害軽減額を地域が受益している便益(B(Benefit))であると想定されるため、この費用便益比(B/C)の関係を投資効果として分析した。

この結果、本プロジェクトのB/Cは3.2となり、投資コストに対して3.2倍の便益を地域にもたらしていることになる。

■プロジェクトの投資効果の分析

$$\begin{aligned} \text{費用便益比 (B/C)} &= \frac{\text{耐用期間 (50 年間) の被害軽減期待額 + 残存価値}}{\text{建設費 + 耐用期間 (50 年間) の維持管理費}} \\ &= \frac{7,476 \text{ 億円}}{2,350 \text{ 億円}} = 3.2 \end{aligned}$$

※残存価値は耐用期間後にも残るプロジェクトの資産価値であり、地域に残る便益として計上している。

※建設～耐用期間の総費用、総便益については、物価の変動や利率などによる社会的な貨幣価値の年変動を考慮（現在価値化）して算定している。

2) その他の効果

a) 技術の発展に貢献

本プロジェクトは、大深度・大口径の地下放水路の建設という前例のないものであり、プロジェクト実施にあたり技術検討会及び覆工構造検討委員会を設置して技術的課題の検討や新技術・新工法の研究・開発を行い、その結果に基づいて構造や施工方法等を見直しながら工事を進めた。これらの経験は、現在の地下放水路等の高度な技術等に対し大きく貢献している。



写真1 ドロップシャフトの
模型実験の様子



写真2 ドロップシャフトの
運用状況 (第3立坑)

3. プロジェクト実施にあたっての特記事項

1) 詳細な地質調査結果を踏まえてトンネル深度等を変更

本プロジェクトのような大深度地下構造物の設計・施工においては地質情報が非常に重要となるが、概略検討段階では周辺で実施されていた地質(ボーリング)調査を参考に、安定している洪積層にトンネルを入れることとして深さを設定していた。

しかし、詳細検討段階で立坑及びその中間において詳細な地質調査を実施した結果、図5に示すとおり沖積層、洪積層の分布状況が複雑で、洪積層が深くなっている箇所(第2立坑から第5立坑区間)が判明したため、トンネルの深度を約AP-35mから約AP-45mに下げることとなった。これに伴い立坑も深くなり、更に連続地中壁は最大140mの深さまで必要となった。

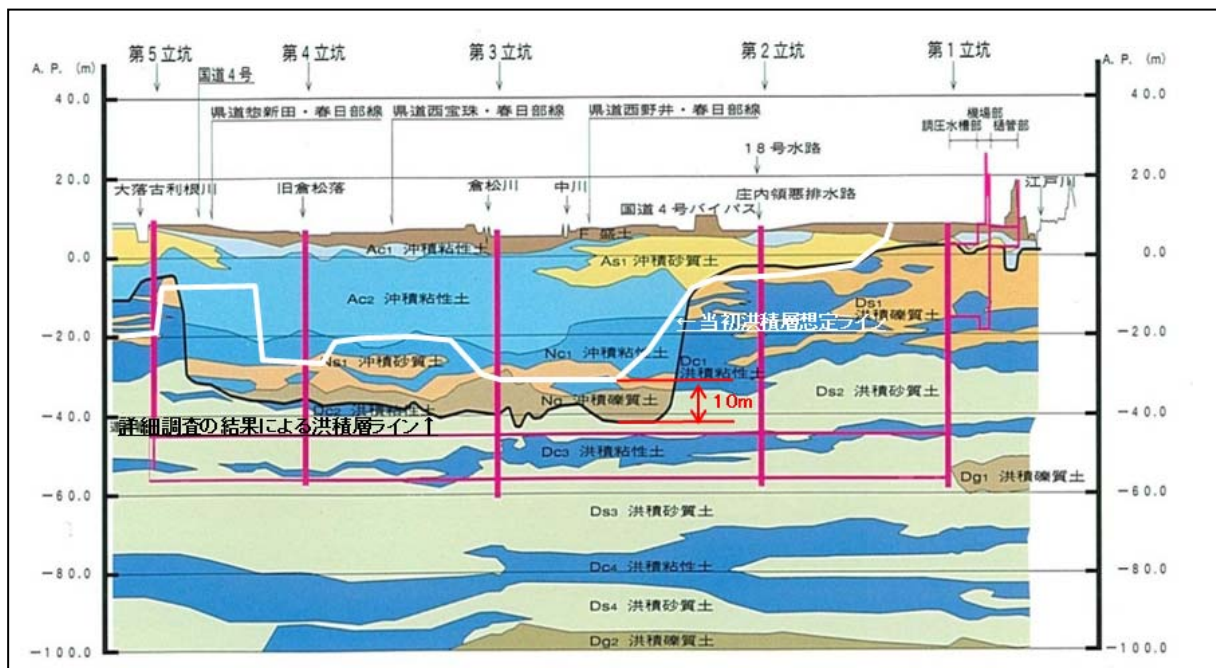


図5 地質調査結果

2) 前例のない大口徑・大深度トンネルの設計

平成3年度の概略検討時は、首都圏外郭放水路と同様な大口徑、大深度のトンネル構造物がなかったため、道路・下水道の事例を参考に地下トンネル覆工(二次覆工)の構造としていた。また、掘進方法は在来のシールド工法(シールドマシン半自動+人力ボルト締め)で計画していた。

しかし、技術検討会から、トンネル構造(将来的な一次覆工の漏水を想定した二次覆工の

内外圧に対抗する構造)の技術的課題が指摘されたことを受け、模型実験等を行い、トンネル(セグメント)の構造を変更した(図6)。また、掘進方法については、東京湾横断道路工事に於いてセグメントの自動組立てを行えるシールドマシンが開発(H5年6月完成、H6年8月掘削開始)されたため、現場の安全性、施工精度の確保の観点から全自動に変更した。

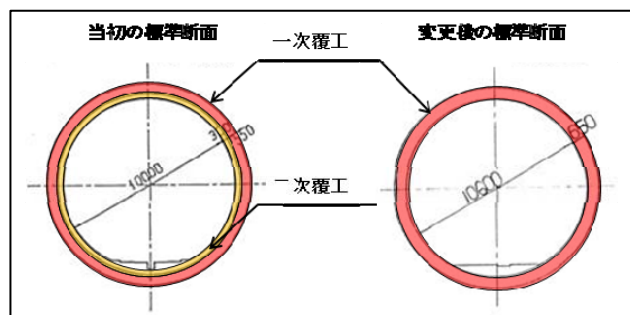


図6 トンネル構造の変更

3) 維持管理及び環境を考慮して運用方法を変更

当初の計画では、トンネルは大深度で内外圧に対応するため、満水状態で管理することにより水压変動が少なくなりセグメント間のひずみが軽減できるものと想定し、トンネル内の点検は出水期前に目視点検を行うこととしていた。また、環境面では、満水管理であれば洪水流入時の落差は大きくなく、従って騒音も問題とはならないと想定していた。

しかし、技術検討会から維持管理面及び環境面で以下の指摘を受け、ドライ状態での管理に変更することとなった。

■満水管理に対する技術検討会からの指摘事項

- ・出水期後に流入水の排水や堆積土砂の撤去を行い、目視点検を行なう必要がある。
- ・地震時の目視点検の際に、その都度、排水作業が必要となる。
- ・水が長期間滞留することで、水の腐敗による周辺への臭気の問題が発生する。



写真3 堆積土砂撤去状況

運用方法をドライ管理に変更したことに伴って洪水流入時の落差が大きくなり、騒音が問題となると技術検討会から更なる指摘を受け、ドロップシャフトを用いた模型実験により落下音の拡散状況について検討を行った。その結果、概ね基準値(環境基本法に基づく騒音基準の幹線交通を担う道路に近接する空間の特例基準値、昼間70dB 以下、夜間65dB 以下)を大きく上回る騒音が発生しないことを確認した。



写真4 点検状況

4) 将来に備え庄和排水機場及び調圧水槽の規模を拡大

当初の計画では、排水施設の能力は100m³/s、ポンプの動力はディーゼルエンジンであったが、技術検討会において将来、土木設備等の整備を行う際に手戻りがないように排水施設を200m³/sで整備することが決められた。

規模拡大に伴い、調圧水槽は、技術検討会の水理検討や水理模型実験の結果から、ポンプの緊急停止による逆流を起こさない面積(約12,000m²)が必要となった。大きくなった調圧水層は、浮力による浮き上がり等の対策が必要となり、頂版、底版や壁厚を約3mと厚くして対応、また、重くなった頂版を支えるために2m×7mの柱が59本必要となった。ポンプ施設については、ガスタービンエンジンを採用することで施設をコンパクト化し、この部分については15億円のコスト縮減となった。

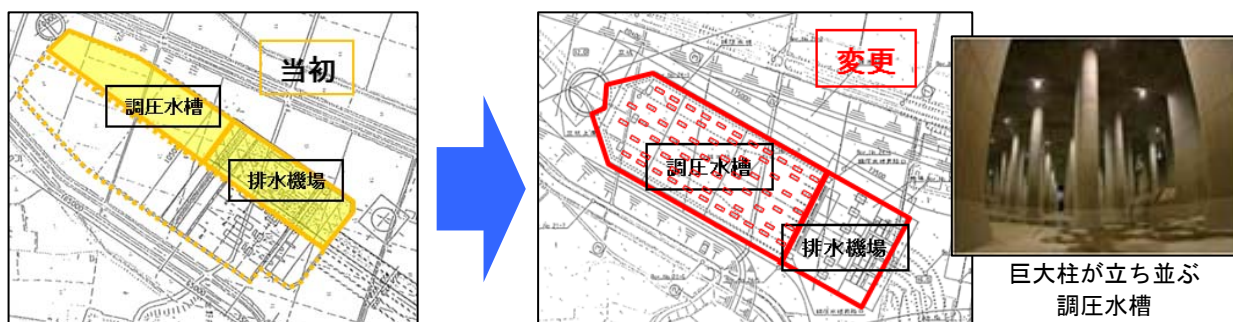


図7 庄和排水機場及び調圧水槽の変更

4. プロジェクトによって得られたレッスン

1) 工期延長及び事業費増大のリスクの軽減について

本プロジェクトは、平成3年度に概略検討を行い、平成4年4月に大規模事業認定を受け、同年6月から詳細検討を実施、平成5年3月に工事に着手した。

概略検討段階では、周辺で実施されていた地質調査を参考に構造物の設置深さを設定したが、詳細検討時に立坑予定位置等で地質調査を実施した結果、基盤となる洪積層が想定より深いことが判明したため、トンネルの深度を10m下げ、付随して立坑や連続地中壁もより深いものになった。

また、詳細検討段階から「首都圏外郭放水路技術検討会」及び「首都圏外郭放水路覆工構造検討委員会」を設置して技術的課題の検討や新技術の研究・開発を行い、その結果に基づいて構造や施工方法等を見直しながら工事を進めた。「首都圏外郭放水路技術検討会」からは構造や施工方法にとどまらず、維持管理面や環境面の課題も指摘され、運用方法を変更することにもなった。

このように、新たな技術を要する施設にも関わらず、技術検討を概略検討段階でなくプロジェクト着手後に実施したこと、また維持管理面や環境面での検討が当初は十分でなかったことから、一部トンネル構造を大幅に変更することとなり、工期は約5年延長、事業費は約1,200億円増加して当初予定の2倍を超える結果となった。

今後、本プロジェクトと同様に過去に事例がなく、新たな技術を要するプロジェクトを実施する場合には、本プロジェクトをレッスンとして、概略検討段階において必要に応じて地質調査を実施し、(国研)土木研究所等に構造・工法はもとより、費用増大の要因となる可能性のある維持管理面や環境面についても意見を聴きながら進めることが必要である。

■ 工期の変化

当初		変更
平成4年度～平成12年度	→	平成4年度～平成18年度

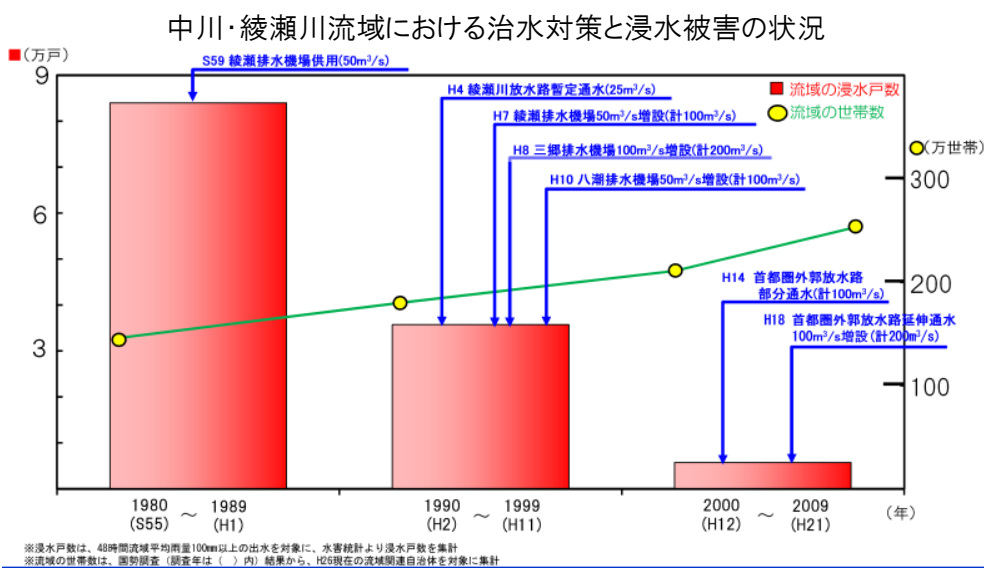
■ 事業費の変化

	当初		変更
(1)立坑構造の変化による増額	約202億円	→	約588億円
(2)トンネル構造の変化による増額	約518億円	→	約1,083億円
(3)流入施設の追加による増額	—		約6億円
(4)管理方法の変更による増額 (ドライ管理による管理施設の増額)	—		約40億円
(5)庄和排水機場施設設計画の変更による増額	約390億円	→	約593億円
合計	約1,110億円	→	約2,310億円

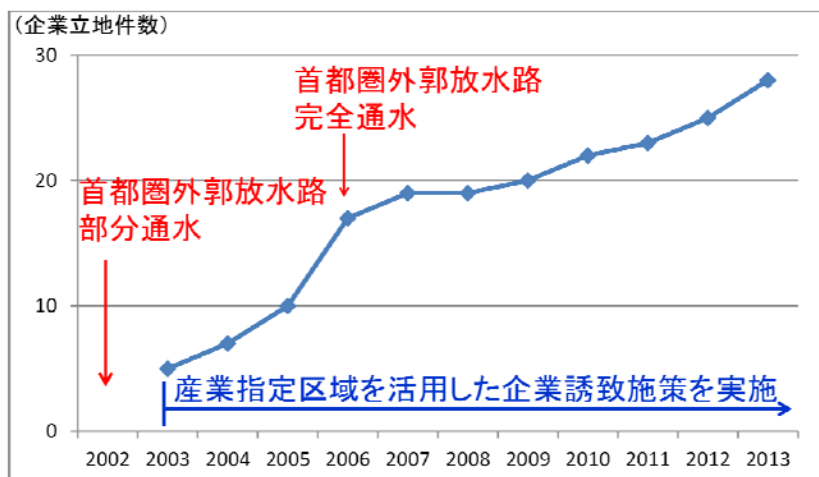
5. 考察

中川・綾瀬川流域は地形的にも水がたまりやすく、近年では、つくばエクスプレスの開通や郊外型大型店舗(越谷レイクタウン等)の出店などによる流域内の開発が急速に進んだことで水害が頻発していたが、三郷放水路、綾瀬川放水路、首都圏外郭放水路(平成14年部分通水、平成18年全区間通水開始)等の整備により、整備前に比べて浸水被害が約1/20以下に軽減され、その効果は絶大であるとの声が地元自治体から寄せられている。

自治体の中には、「水害に強い都市基盤」としての広報による企業誘致を行い、物流倉庫やショッピングセンター等が建設されている自治体もあり、進出した企業からは、「世界最大級の地下放水路である首都圏外郭放水路が通っているため、水害で倉庫が水浸するのを防ぎ商品を守ることができる点良かった」など、首都圏外郭放水路の効果は多方面で認められている。



産業指定区域内に新たに企業が進出



【参考資料について】

本プロジェクトの参考資料については、下記の関東地方整備局のウェブページでご参照いただけます。

参照 URL : <http://www.ktr.mlit.go.jp/shihon/shihon0000083.html>