

首都高速中央環状新宿線富ヶ谷出入口部へ
「太径曲線パイプルーフ工法」の掘進が完了
非開削による地下道路ランプの構築工法

鹿島建設株式会社
大成建設株式会社
鉄建建設株式会社
コマツ地下建機株式会社

首都高速道路株式会社が整備を進めている首都高速中央環状新宿線S J 22工区(富ヶ谷出入口工事の一部、延長160m区間の施工：大成・鹿島・鉄建特定建設工事共同企業体)において、鹿島・大成・鉄建・コマツ地下建機の4社が共同開発した「太径曲線パイプルーフ工法」が初めて適用され、下向き施工の曲線パイプルーフ76本全部の掘進を2006年10月初旬に無事完了しました。

パイプルーフ工法 地上部に影響を与えずに地下に構造物を構築する場合などに有効で、名前の通りパイプで屋根(ルーフ)を作りその屋根の下を掘削し構築して地下空間を確保する工法。

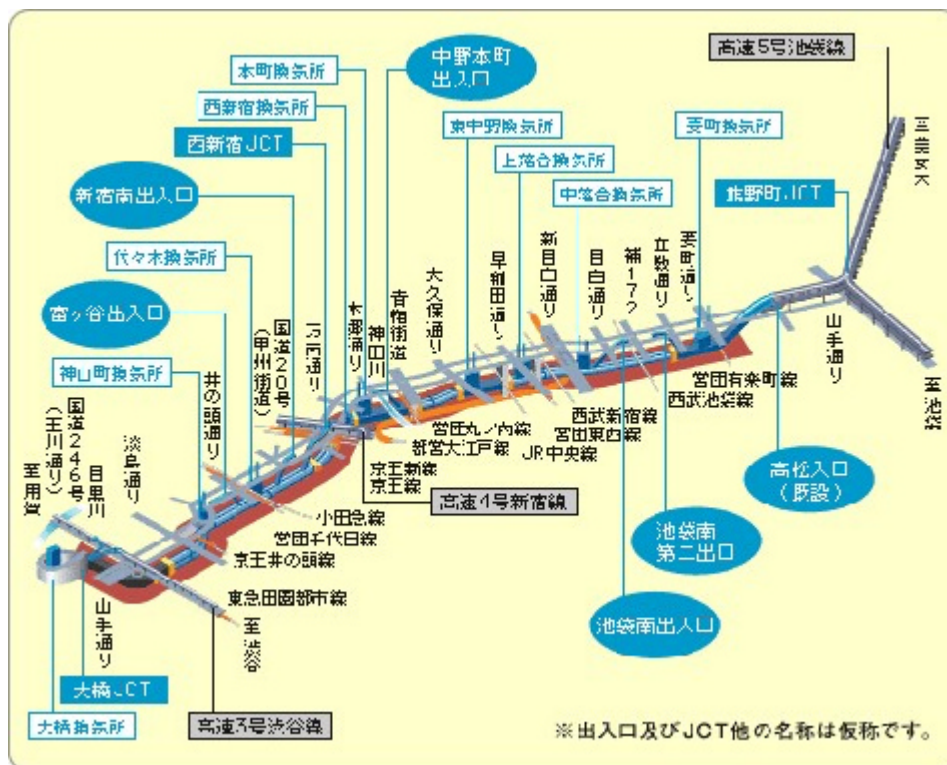
【背景】

都市部の地下は、鉄道・道路・共同溝・雨水施設などのインフラが整備されておりますが、シールド工法が一般化する以前はこれらの多くは地上から掘る「開削工法」で施工されてきました。また、道路トンネルの分岐・合流部を構築するためには「地上からの開削切り拡げ工法」を用いて施工されてきました。しかし、周辺環境からも地上部での開削が困難な場合は、大規模な凍結工法や地盤改良などの補助工法を併用した「地中切り拡げ工法」が必要となるため、安全性、工期、工費などの課題が多く、大深度・大断面トンネルでは従来方法で分岐・合流部を施工することは難しい状況です。

今回、太径曲線パイプルーフ工法(下向き施工)が適用された富ヶ谷出入口分合流部は、地下に大規模な埋設物が輻輳している大型交差点部と地上部は橋梁架設工事の施工ヤード直下であることから、非開削による構築工法が求められました。そこで、2002年から開発・実験を進めてきた太径曲線パイプルーフ工法を用いて、内回りと外回りの2本の本線トンネルを非開削で切り開く工法が採用されました。

【本工事への適用】

首都高速中央環状新宿線は、都心環状の外側（都心から半径 8 km）の場所に位置する延長約 4.7 km の環状道路です。現在西側部分の延長約 1.1 km のうち約 1.0 km が環状第 6 号線（山手通り）の地下空間を利用して施工中で、途中には 6 か所の出入口と 9 か所の換気所が構築されます。（図 1 参照）

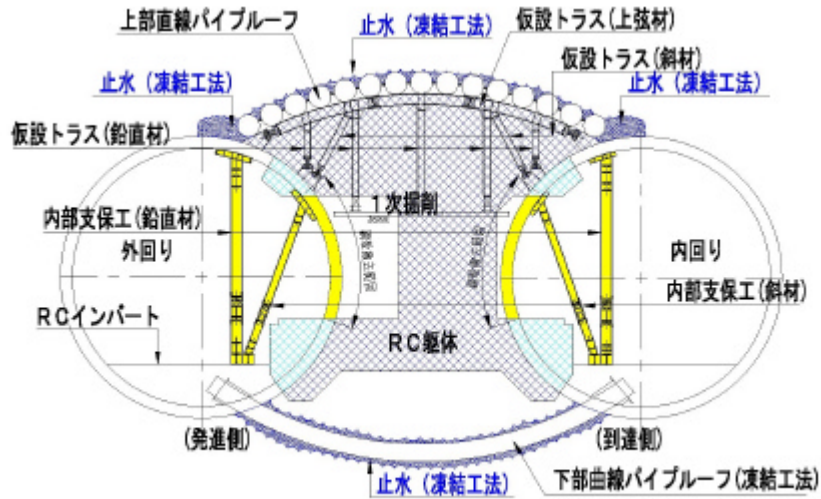


（図 1 首都高速新宿線の路線概要）

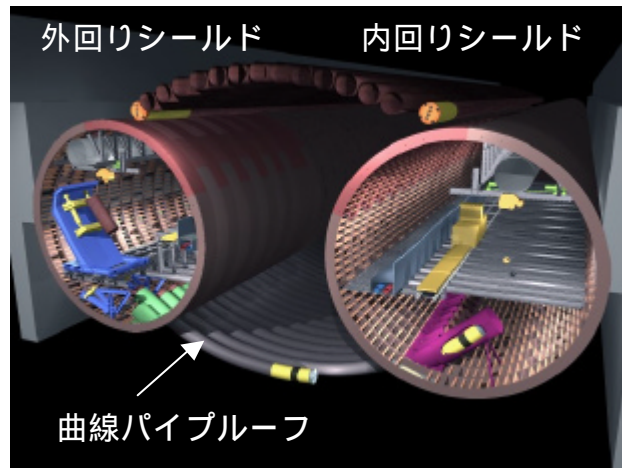
トンネル区間の約 7 割が、各々直径 1.1 ~ 1.3 m の大断面シールドトンネルで内回り・外回りの 2 本が並行する形で構築され、ジャンクションや出入口部は双方のシールドトンネルの間を開削工法で切り開いて構造物を構築する工法で施工されています。

富ヶ谷出入口工事では、ランプ区間（延長 160m）の中央部に立坑を設けることが可能であったので、上部には道路軸と平行の直線パイプルーフ（1011.6mm）を、下部に内回りと外回りの 2 本の本線トンネルと直角に太径曲線パイプルーフ（812.8mm、76本）を設ける構造となっております。下部の太径曲線パイプルーフ（下向き施工）は外回りトンネルの鋼製セグメントを貫通する発進口から発進し、曲率半径 R=16m の円弧状に 19.2m 推進して、内回りトンネルに到達させました。

（図 2、3、写真 1 参照）



(図 - 2 富ヶ谷出入口部構造断面図)



(図 - 3 富ヶ谷出入口部パイプルーフ概要)



(写真 1 富ヶ谷トンネル太径曲線パイプルーフ工法施工状況)

この工事では、76本の太径曲線パイプルーフを、1本あたり7日程度(昼夜施工)のサイクルで施工しました。施工精度は構造上の許容値上下 $\pm 100\text{mm}$ 、左右 $\pm 80\text{mm}$ に対し、ほぼ許容値内の高精度で完了しました。今後はパイプルーフ間の地盤を凍結して、内部掘削、RC躯体を構築する予定です。(図 2 参照)

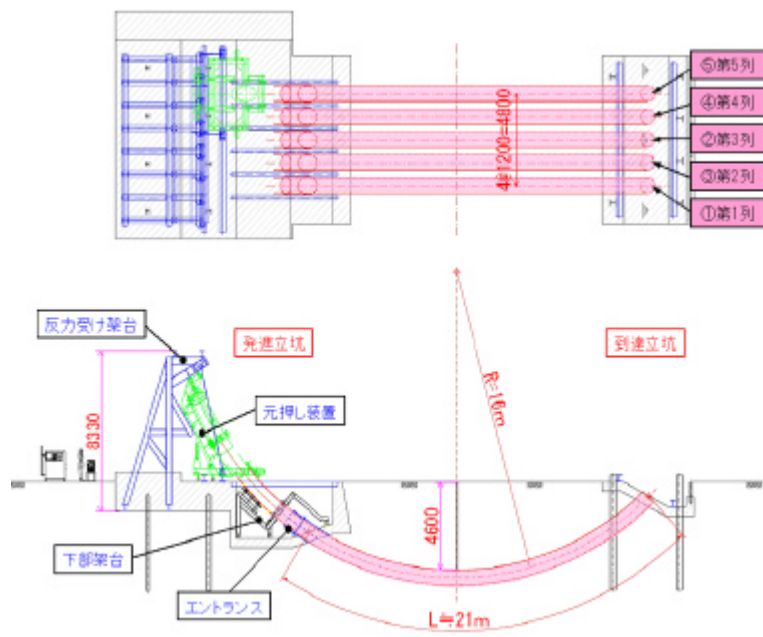
【本工法の開発の経緯と概要】

太径曲線パイプルーフ工法は、鹿島建設株式会社（社長：中村満義）、大成建設株式会社（社長：葉山莞児）、鉄建建設株式会社（社長：神田志義）、コマツ地下建機株式会社（社長：吉本宏）の4社が、地下大空間を非開削で安全かつ合理的に構築する工法を確立するために、2002年度から共同で開発を進めてきたものであります。

開発年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度
4社共同開発ステップ	太径曲線パイプルーフ工法コンセプト	フェーズ（下向き施工）	フェーズ（上向き施工）		
開発項目	太径曲線掘削機構 元押し機構			上向き実証機検討	
	太径曲線パイプルーフ全体・細部構造			鋼管継手検討	
	掘削機位置計測・位置制御機構			ATS・ワイリク・孔内変位実大実験	
	発進到達エントランス機構			高水圧止水実験	
	セグメント直接掘削発進到達機能			載荷・高水圧止水実験	
	パイプルーフ間止水機構（凍結他）				
首都高速中央環状新宿線 富ヶ谷出入口工事			詳細設計施工計画・機器製作		

（図 - 4 太径曲線パイプルーフ工法の開発経緯）

富ヶ谷出入口工事に先立っては、太径曲線パイプルーフ工法（下向き施工）（上記表のフェーズ）の実大規模で太径曲線掘進機や元押し装置、セグメントの直接掘削による貫通技術や貫通部止水技術、高精度での到達を可能とする掘進機の位置計測技術と位置制御技術等の開発を進めてきました。（図 - 5、写真2、3、4、5参照）



（図 - 5 太径曲線パイプルーフ工法下向き実大規模実証実験概要）



(写真 2 太径曲線パイプルーフ推進機)(写真 3 下向き実大規模実証実験状況)



(写真 4 計測機器実大規模実証実験状況)(写真 5 発進・到達坑口止水実験状況)

【今後の展望】

本工法は今後、富ヶ谷出入口工事と同等、あるいはより深い 100m 程度の大深度、より大断面の道路トンネル分合流部、さらに同種の大断面の山岳トンネルを可能とする方向での適用を目指していく考えです。

また、上向き施工の太径曲線パイプルーフ工法（フェーズ ）への施工法確立に向けて鋭意開発を実施しております。