浅層大断面トンネル工法の適用に関する調査研究（その６）
ケーススタディー４　外殻先行方式

戸田建設㈱　正　神谷 章*　鉄建建設㈱　正　山下良範
㈱フジタ　正　藤本直昭　大豊建設㈱　　福田正紀

１．はじめに

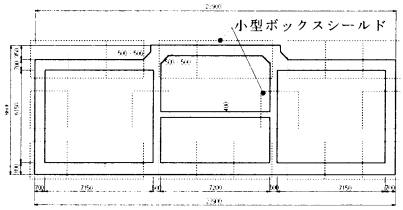
現在わが国では，様々な工法で地下の開発が行われている．特に地下駐車場，防災上の避難施設，地下街といった需要に対し，都市部における地下利用は将来においてもその重要性に変わりがない．このような認識から，都市部の浅層地下（２～１０ｍ）に、非開削で大規模な構造物を構築する浅層大断面トンネル工法が検討されている．

本報告は，その中で，構造物の外殻部をシールド工法やその他の技術を用いて先行構築する，外殻先行方式のケーススタディーについて報告するものである．

２．外殻先行方式の概要

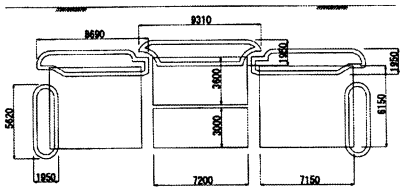
当方式は，地下構造物の外殻部を小型シールド機、推進工法、牽引工法などによって先行構築し，その後内部掘削を行って本体構造を完成させるもので、掘削断面の小型化による周辺地山への影響緩和、内部掘削と本体構築の効率化の狙いがある．現在，外殻部の構築方式により、下記の３方式、６工法を検討している．

①　MMB 工法／小型ｼｰﾙﾄﾞ機を用いる方式



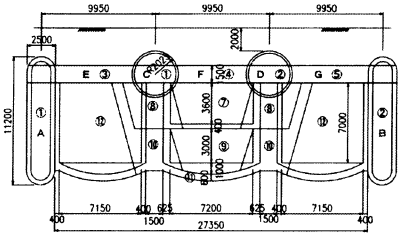
3m×8m と 3m×3m の矩形ｼｰﾙﾄﾞにより外殻部を施工．
ｽﾗｲﾄﾞ鋼板方式による鋼殻継手部の接合後，本体構造(RC 造)を完成させ，内部掘削を行う．

②ﾙｰﾌ・側壁ｼｰﾙﾄﾞ工法／小型ｼｰﾙﾄﾞ機を用いる方式



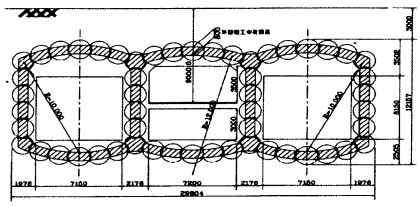
偏心多軸ﾙｰﾌｼｰﾙﾄﾞ機を 3 台投入しﾙｰﾌ部と側壁部を施工する．ｺﾝｸﾘｰﾄを充填し，切り開きによる継手施工を実施してﾙｰﾌ，側壁構造物を完成させる．

③ＤＨＰ工法／小型ｼｰﾙﾄﾞ機を用いる方式



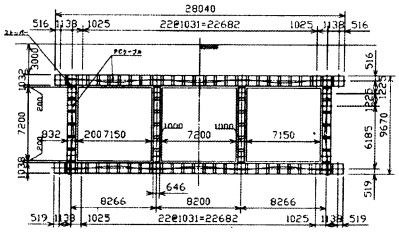
円形ｼｰﾙﾄﾞ，小判型ｼｰﾙﾄﾞと矩形断面用 DHP ｼｰﾙﾄﾞを用いて外殻を構築する．
その後，隔壁の掘削と構築および側壁の構築を実施する．

④プレシェル工法／推進方式



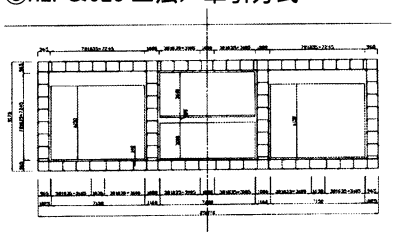
外径 1.8m の特殊鋼管をﾗｯﾌﾟさせて推進し，ｴﾚﾒﾝﾄ間に配筋を行った後，間詰めｺﾝｸﾘｰﾄ(高流動)を施工して，一体化した外殻覆工体(RC)を構築する

⑤URT 工法／推進方式



箱形中空断面の鋼製ｴﾚﾒﾝﾄを連結推進し，ｺﾝｸﾘｰﾄ充填後 PC ｹｰﾌﾞﾙによりﾌﾟﾚｽﾄﾚｽを導入して，外殻構造物を構築する．

⑥HEP＆JES 工法／牽引方式



到達土留め壁に反力を取った牽引装置により，せん断力の伝達が可能な鋼製ｴﾚﾒﾝﾄを順次引き込むことで，外殻構造を構築する．

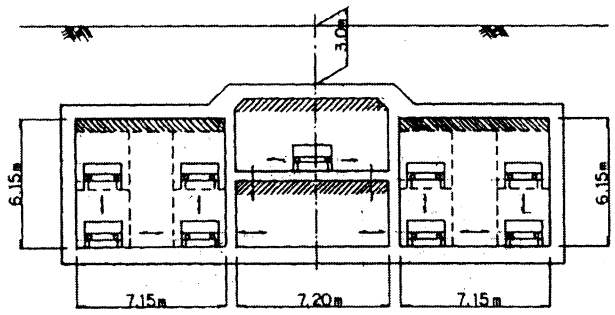
図－１　外殻先行方式の概要一覧

Ｋワード；トンネル，浅層大断面、外殻先行方式
連絡先＊；〒550-0005 大阪市西区西本町 1-13-47　TEL 06-6531-7981 FAX 06-6531-9898

３．ケーススタディー

３．１　基本条件

図２に示す地下駐車場を事例に，各工法の検討を行っている．公共路面下で土被り３m程度、洪積砂質土の地質で，延長規模は約１７０mを想定している。なお地下水位は，施工基面以下を仮定している．



図－２ モデルケースの地下駐車場

３．２　検討結果および考察

モデルケースに対する各工法の検討結果について，その特徴的なところをまとめると表－1 のようになる．ただし，ここでは駐車場への進入路の建設，トンネル上部の地盤改良工は除外してあつかっている．

表－1 ケーススタディーに対する検討結果

	小型ｼｰﾙﾄﾞ機を用いる方式			推進方式		牽引方式
	①MMB	②ﾙｰﾌ･側壁 S	③DHP	④ﾌﾟﾚｼｪﾙ	⑤URT	⑥HEP&JES
立抗・地盤改良工	発進・到達立抗 B27m L15m D16m　各１ 地下壁 SMW 発進到達部防護	発進・到達立抗 B30m L15m D15m　各１ ﾙｰﾌ・側壁二段階施工 発進到達部防護	発進・到達立抗 B30.8mL15.8m D18.7m　各１	発進(到達)立抗 B32m L15m D25(17)m 地下壁 SMW 発進到達部防護	中間部に発進立抗１ 両端部に到達立抗２	中間部に発進立抗１ 両端部に到達立抗２
外殻構築工	3m×8m 矩形ｼｰﾙﾄﾞ１機．3m×3m 矩形ｼｰﾙﾄﾞ１機． 鋼殻間接続工． 鋼殻は仮設	偏心多軸泥土圧式ｼｰﾙﾄﾞ３機． 掘進後，ｾｸﾞﾒﾝﾄに配筋し、ｺﾝｸﾘｰﾄを充填． 本体利用．	円形，小判型，矩形用 DHP ｼｰﾙﾄﾞ機．ﾙｰﾌの円形部と側壁部をｶﾞｲﾄﾞにﾙｰﾌ矩形部を DHP 施工．	密閉型掘進機により継手一体型ｴﾚﾒﾝﾄをﾗｯﾌﾟさせて推進．接続配筋後ｺﾝｸﾘｰﾄ充填．本体利用	連結継手を有した箱形中空の鋼製ｴﾚﾒﾝﾄを連結推進．中詰めｺﾝｸﾘｰﾄ施工後 PC 緊張．本体利用	牽引装置によりせん断力伝達可能な鋼製ｴﾚﾒﾝﾄを連続牽引．継手部注入．中詰め．本体利用
内部掘削・躯体築造工	躯体 RC 構造の構築後，内部のﾍﾞﾝﾁｶｯﾄ掘削の実施．中床版施工等．	内部掘削は，隔壁部を施工しながらのﾍﾞﾝﾁｶｯﾄ工法を採用．	内部掘削は，隔壁部を施工しながらのﾍﾞﾝﾁｶｯﾄ工法を採用．	汎用機械による内部掘削．	汎用機械による内部掘削．	汎用機械による内部掘削．
概略工期	４１ヶ月	３８ヶ月	４６ヶ月	４８ヶ月	５４ヶ月	３７ヶ月
留意点	本体構造の部材断面の割りに単体ｼｰﾙﾄﾞの規模が大．	継手部の施工法の検討が必要．	DHP ｼｰﾙﾄﾞの施工に際し，先行部の開口と補強が必要．	工期・工費は投入する推進機の台数に大きく依存．	ｴﾚﾒﾝﾄ形状変化に対し，推進機の段取り替えが必要． ｴﾚﾒﾝﾄが鋼製のため防錆処理が必要．	構造物形状の変化には対応不可． ｴﾚﾒﾝﾄが鋼製のため防錆処理が必要．

地下駐車場の断面規模は，外殻先行方式にとりその特徴を十分に活かせるものであると言える．反面，特殊な機械設備類を投入する必要性から，機械設備費が割高になることなどが考えられる．

小型シールド機を用いる方式では、継手部の施工法に改良の余地はあるものの、継手の数は少なくてすみ、信頼性の高い構造物が構築可能である．しかし，シールド工法を採用する割りには施工延長が短いと言える．一方，推進方式や牽引方式では、外殻部の本体利用によって無駄のない掘削断面規模となり，施工延長としても妥当な範囲と考えられる．その反面，外殻構造体の継手数が多くなり、その構造の信頼性や施工性の確保に十分な対処が必要である．いずれの方式でも，施工手順が複雑で工数も増えるため，例えば継ぎ手部の改良など，施工性の改善等が今後の課題であると思われる．

４．おわりに

本報告は、土木学会関西支部の共同研究「浅層大断面トンネル工法に関する調査研究」の一環として実施している、外殻先行方式のケーススタディーについて述べたものである．今後は、各工法の経済性の詳細な検討、適用条件と範囲の整理、コストダウン等についてさらなる検討を進める予定である．