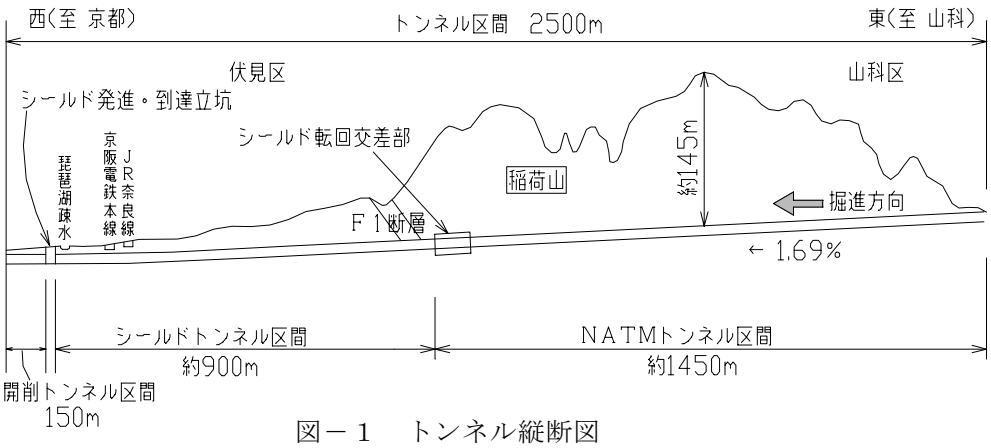
シールド転回大断面交差部の設計（その１）

—京都市道高速道路１号線　稲荷山工区トンネル—

阪神高速道路公団　　正会員　西岡敬治　○石原　洋
鹿島・大成ＪＶ　　正会員　福田博之　　大杉泰文
鹿島　土木設計本部　　正会員　青柳隆浩

１．はじめに

京都市道高速道路１号線の（仮称）稲荷山工区トンネルは、東行き、西行き各２車線の双設トンネルであり、全長 2.5 km のうち、山科側坑口から約 1.45 km をＮＡＴＭトンネル、都市部となる伏見側の約 1.05 km が、開削トンネルとシールドトンネルで計画している。伏見側西行き立坑から発進したシールドマシンは、転回用連絡坑でＵターンし、東行きトンネルから再掘進する計画としている。このＮＡＴＭトンネル区間に構築されるシールド転回用連絡坑は、近接した本坑トンネルと大断面交差部を形成し、複雑な３次元応力状態を形成すると考えている。



図－１　トンネル縦断図

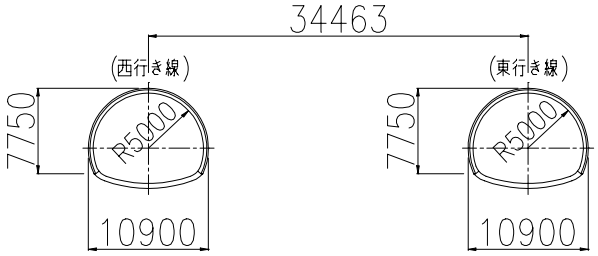
本報では、大断面交差部の施工概要および設計方針について述べることとする。

２．シールド転回交差部の施工概要

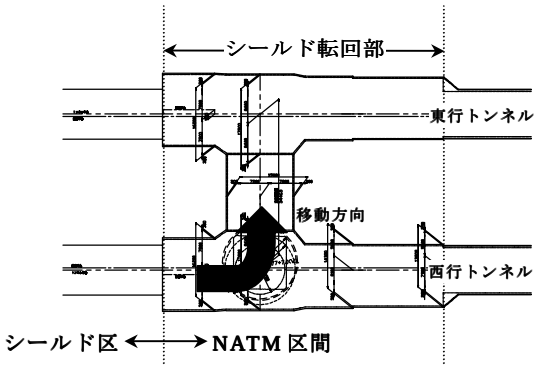
２．１　工事概要

稲荷山工区トンネルの掘削対象となる地質は、主として頁岩、混在岩、砂岩、チャートからなり、部分的にひん岩が貫入しており、全体的に軟岩～中硬岩の地山である。なお、造山運動に伴う多数の破砕された断層群を挟んでおり、そのうち最も大きな断層が南側に位置するＦ１断層（稲荷山断層）で、粘土状あるいは粘土混じり礫状を呈する。

さて、シールド転回交差部の設置は、西行き伏見側トンネルで用いたシールドマシンを、ＮＡＴＭトンネル区間でＵターンさせ、東行きシールドトンネルから再掘進させるために計画された。図－１にトンネル縦断を示すが、図中、斜線部が、シールドマシン転回交差部であり、稲荷山断層（Ｆ１）を避けたＮＡＴＭトンネル側に設定している（山科側坑口からＴＤ 1350 m が始点）。



図－２　ＮＡＴＭトンネル区間

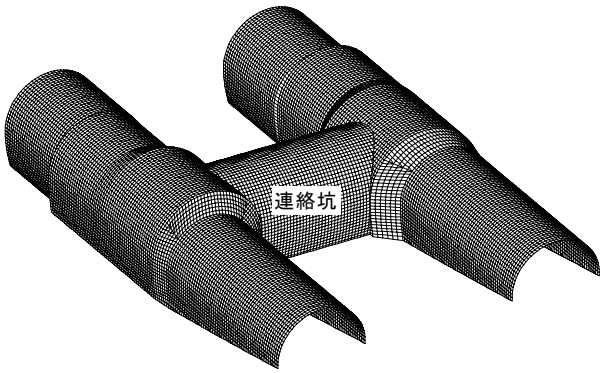


図－３　シールドマシン転回部

図―２にＮＡＴＭトンネル区間の代表断面（内空幅 10 m）を、図－３にシールドマシン転回部の平面形状図を示す。交差部断面形状は、シールドマシン径約 11 m、マシン長約 11 m の円筒殻を回転させるための空間として、マシンの引出し、移動、Ｕターン方式の検討結果をうけて、必要最小空間として決定した。

キーワード：ＮＡＴＭ、大断面交差部、軟岩、破砕帯、シールドトンネル
連　絡　先：〒607-8211　京都市山科区観修寺東栗栖野町１０　Tel(075)502-4601　FAX(075)502-4604

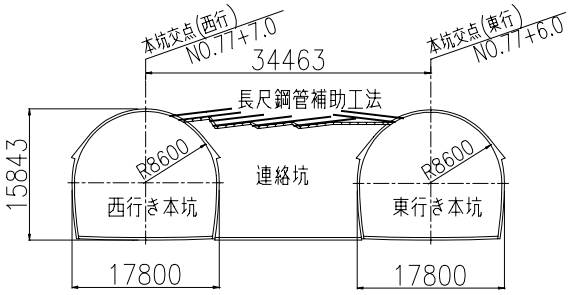
図－４にシールド転回交差部の鳥瞰図を示す。連絡坑センターで土被り高さは約 50 m で、都市部に向け土被りが減少していく区間にあたる。図－５に最大断面となる交差部センター断面を示す。掘削幅約 17.0 m、全掘削高さ 16 m となる掘削断面積 240 m^2 の馬蹄形大断面空洞であり、本坑非常駐車帯断面から、交差部にむけて断面拡幅、盤下げをし、連絡坑センターで図－５の断面を構築する。



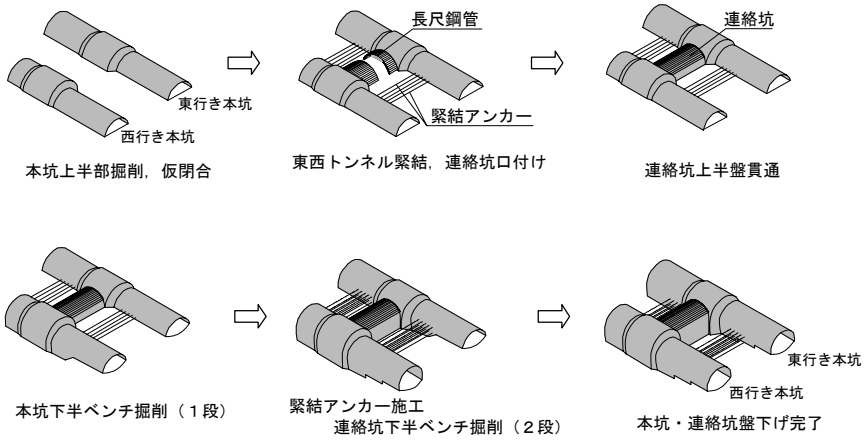
図－４　転回交差部鳥瞰図

２．２　施工フロー

この転回交差部の設計検討を実施するにあたり、掘削方法を検討し、その施工フローに基づいた解析を実施した。図－６に施工ステップを示す。　(1) ＳＴＥＰ１；東西本坑トンネルを非常駐車帯断面から拡幅しながら、上半盤のみ転回交差部の終点となる位置まで掘削する。　(2) ＳＴＥＰ２；東西本坑トンネル上半盤から、連絡坑掘削のための準備工として、先受け工となる長尺鋼管によるアンブレラを構築する。また、本坑トンネル間の掘削時の緩みを抑制するため東西トンネル間緊結アンカーを施工　(3) ＳＴＥＰ３；連絡坑の長尺鋼管アンブレラ構築後、西行きトンネル本坑から片押しで連絡坑を貫通し、上半部のＨ型交差部を構築　(4) ＳＴＥＰ４；本坑部を順次盤下げし、盤下げした本坑側面に緊結アンカーを打設した後、連絡坑側も盤下げする。(5) ＳＴＥＰ５；同様の手順で下半ベンチを３段で掘り下げ、Ｈ型の大断面交差部を構築する。



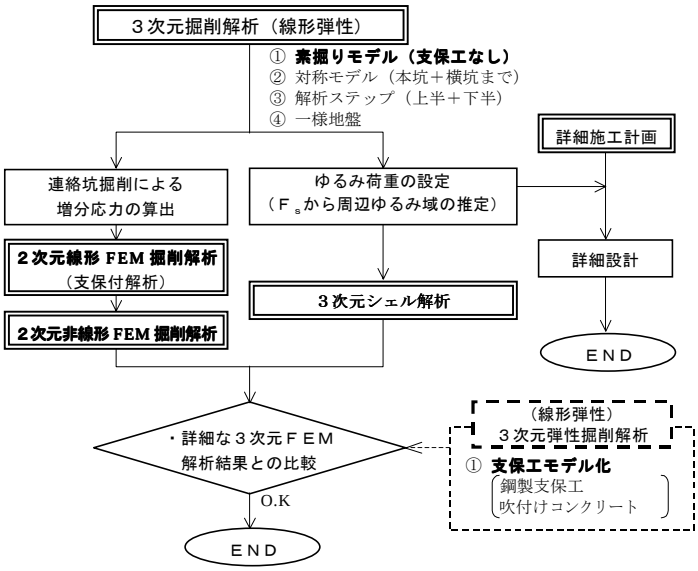
図－５　交差部センター断面図



図－６　施工ステップ

３．シールド転回交差部の設計方針

図－７に設計フローを示す。地表面が傾斜した土被りの変化する位置に設けられた大断面交差部の支保構造を決定にするにあたり、本坑あるいは連絡坑の掘削に伴う３次元的な応力・変形の集中を把握するために、３次元ＦＥＭ掘削解析を適用した。この解析結果を用いて、周辺地山と支保構造との応力状態を確認するために２次元ＦＥＭ掘削解析、またＦＥＭ支保構造となる交差部近傍では、３次元シェル構造モデルを用い、外荷重をモデルに作用させて、両解析を包絡できるような支保構造を検討した。引き続き、詳細設計として、２次覆工や先受け補助工法の仕様も決定している。



図－７　設計フロー

以下、（その２）で設計検討内容の詳細を述べることとする。