

Ⅲ-541

東京都心部の大深度地下における多目的トンネルに関する調査研究（その1）

ー トンネル設置ルートとしての土丹層の特徴と深度分布 ー

西松建設㈱	正会員	小林 正典
㈱フジタ	正会員	村山 秀幸
早稲田大学理工総研	名誉会員	森 麟
東京都土木技術研究所		遠藤 毅

1. はじめに

東京都心部において大深度地下開発を考える場合、大阪、名古屋の場合と異なり、地盤条件として地下100mまでの間に厚い土丹層が存在する地区がかなりあるのが特徴である。準岩盤に相当する固結粘性土層すなわち土丹層が地下数十mから数百mの所に厚く存在し、所によってはその上に土丹層に近い固結土層がのっている。大深度地下開発を徹底的に定義する事は難しいが、今回の東京における大深度地下多目的トンネル（新宿～代々木～外苑～丸の内～有明～港南～大井～大田／中央防波堤基地）では、この土丹層中の深度にトンネル構造物を設置しているので本格的な大深度地下開発と考えている。土丹中のルートにすれば、トンネルおよび立坑の切り抜けや接続が容易となり、かつ単一で強固な地盤である土丹を通るため非常に耐震的に優れた合理性のあるロケーションとなる。また、土丹層中にトンネルが設置されると地盤沈下や地下水流に対する影響はほとんどなく、立坑付近のみの影響を考えればよいので、全体としての環境影響は大幅に低減できる。土丹層中にトンネル、立坑を築造するためには、土丹の物性評価、覆工（シールド、NATM）および立坑の合理的な設計・施工法等の課題について調査研究する必要がある、かなり経済的な計画になりうる可能性がある。

本報告は東京都心部における大深度地下多目的トンネルを計画する上で、トンネルを設置する地盤としての土丹層の特徴と深度分布について検討を行ったものである。

2. 東京土丹層の深度分布

東京区部では大深度地下開発に適する強固な岩盤層は非常に深いため利用できないが、その上に準岩盤としての土丹層が数百mの深さに厚く存在しているので、この層を利用すれば大深度地下開発はかなり有利になる。東京区部における土丹層表面までの深度は東京南部で浅く、北東に行くほど深くなるような傾斜をなしている。大深度地下利用の深さをここでは一応100m程度までとすると、この範囲に土丹層が存在する地域は図-1からほぼ分かるように東京駅と代々木駅を結ぶ東京～代々木ライン以南が大体これに該当している。このライン以北は急激に深度が大きくなっているので、土丹層は利用範囲外となる。従って、トンネルは土丹層上部に存在する土砂地盤中に作らざるを得ない。

土砂地盤中にトンネルを構築することは土丹層より数十m浅い50～60mの深度を考えても不利であり、トンネルに立坑の切り抜けを伴う場合は一層不利となる。東京区部の南半分に当たる東京～

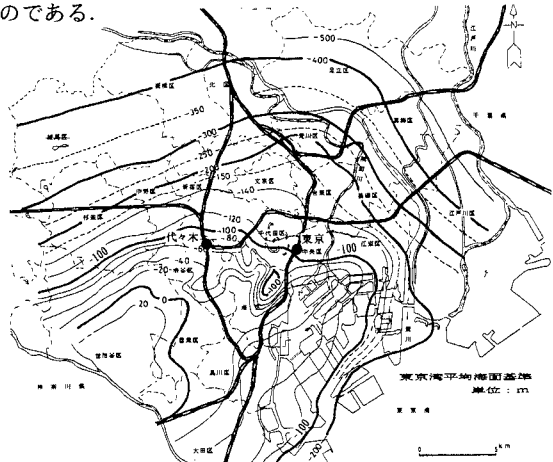


図-1 東京都心部における土丹層表面の分布形態
（シルト層・砂層・砂礫層互層群基底面）

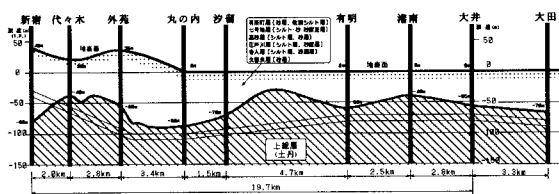


図-2 計画ルートにおける概略地盤断面図

代々木ライン以南の地域では、土丹層が深度100m以内であるので土丹層を利用でき、ここにトンネル計画を展開できるので大深度地下開発に適する地域といえる。このように土丹層を効果的に活用することが大深度地下における多目的トンネル計画のリアリティを高めるものといえる。

3. 東京土丹層の特徴

東京都心部の大深度地下における多目的トンネルの展開に適する地層として取り上げた土丹層の特徴等について概略説明を行う。

東京の土丹層は洪積層前期に属し、一般に上総層または北多摩層に分類されている厚さ数百mの固結した海成層である。この層を泥岩に分類する向きもあるが、一般の泥岩より軟質の意味を含めて通称土丹と呼んでいる。横浜地区の土丹層も上部は上総層に属し、下部は三浦層群に属する第三紀層のものでさらに硬質である。土丹は粒度的分類では粘土またはシルトに属するものが多く、上載圧力および地下水中の溶解物質によるセメンテーションで固結したものである。既往の調査結果によると一軸圧縮強度は10～30kgf/cm²程度である。土丹層表面から深くなるほど、また細粒分の多いほど強度は増加傾向がある。深度100m程度では強度30kgf/cm²程度のものが多いと考えられ、荷重支持体としての地盤強度をほぼ有している。土丹は乾燥・吸水の繰返し作用や凍結・融解作用に対しては抵抗力は小さく、やがてスレーキングする傾向のものが多い。しかし、大深度地下ではこのような作用は生じないので、これらの点には問題はない。

土丹層は全体が固結粘性土ではなく、所々に未固結の砂層（サンドシーム）を挟んでいる。図-3は東京土丹層の一例であるが、大体はこのような層構成に近いと考えられる。このサンドシームは厚さ数十cmから数cm程度のものが多く、水平方向に連続性が長いものと短いものがある。これらのサンドシームは土丹層表面ほどに多く、少し深くなるとその数や厚さが減少してくる傾向がある。このため土丹層はその表面から10m程度以下を利用するのが望ましいといえる。サンドシームからはいずれの場合も掘削当初にある程度湧水するが、その後減少して止まるものと長く湧水が継続するものがある。しかし、サンドシームの厚さからみてその湧水量は余り多いものではないと考えられる。

従って、土丹中の地下構造物のトンネル等はサンドシームからの湧水を完全に止水する構造とするか、あるいは湧水をトンネル内に排水させ汲み上げるものにするかで作用水圧が変わり、トンネル構造やライニングの厚さ等が変わってくる。いずれにしても、土丹中では作用土圧は僅かであるので、トンネルライニングは大深度土砂地盤中のものに比較してかなり経済的なものにできる可能性がある。また、立坑下部の切り掘りおよびトンネル断面の拡大、立坑やトンネルへの新規トンネルの接合等は40～50m深度の滞水土砂地盤に比べ、はるかに有利といえる。

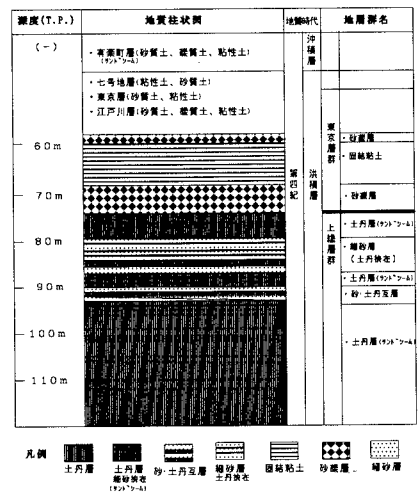


図-3 東京土丹層（上総層群）の一例
（東京都大田区昭和島）

4. おわりに

早稲田大学理工学総合研究センターでは、平成5年度よりプロジェクト研究として「大深度地下インフラに関する調査研究」を実施している。今回は東京都心部の大深度地下におけるトンネル設置ルートに選んだ土丹層の特徴と深度分布について既往の調査結果に基づいて報告を行ったが、本計画ルートの中の土丹についてルート上およびルート付近の調査データの収集整理と新たな追加調査の必要がある。特に土丹中のサンドシームからの湧水特性についてはデータが少ないので、今後相当な調査が望まれる。