

# 外環道トンネル工事で相次ぐ地表陥没と地下空洞

## トンネル技術者が見た事故原因と大深度安全神話の虚構

### S 総論

調布市東つづじヶ丘二丁目においてNEXCO 東日本が進めている東京外かく環状道路(以下外環道)南行線トンネル直上で路面陥没事故が発生した。 【現場写真・位置図・断面図➡】

当該地点の直下47mの「大深度」地下をシールド機が通過してから1ヵ月を経過しており、工事発注者であるNEXCO(東日本)は、因果関係は不明であるが“念のため”周辺住民を避難させ、施工中のシールドトンネル工事を一旦中止したうえで、有識者委員会を設けて陥没“事象”の調査と原因の究明を行うとした。【外環道工事現場付近での地表面陥没について第1報 10月18日】

その後さらに大規模な地下空洞が隣接地に相次いで発見され\*これまで陥没箇所と二カ所の空洞へ充填された土量は延べ約1千立方メートルにも達し、事態の深刻さが浮上した。

【\*①10月18日発生(140m<sup>3</sup>)/②11月3日発見(600m<sup>3</sup>)/③11月21日発見(200m<sup>3</sup>)】

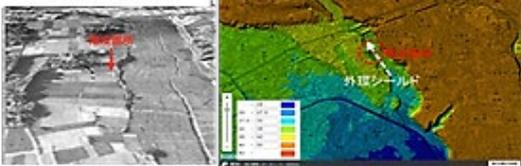
かかる事態を前に不安と危惧を抱く住民や都民に対して NEXCO は、“直ちに地表面に変状を及ぼすものではなく、緊急的な対応は必要ないが、空洞は早期に充填することが望ましい”と、緊迫感を欠いた「有識者委員会の見解」を繰返すばかりで誠意ある対応が見られない。

【第8報11月22日、第9報11月22日】

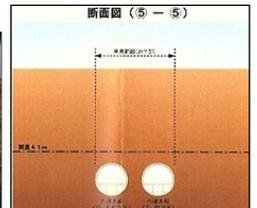
■ 当座は土被り47mという“大深度”にやや戸惑いを持ちつつ、状況の確認に現地を訪れた。路面に開いた穴はすでに埋め戻されていたが、陥没地点は入間川の氾濫原ではなく、丘陵の山裾を切り盛り造成した緩斜面側にあり、宅地の下は河川開析がおよんでいない関東ローム層の地山であろうことが見て取れた。陥没地の下流50m範囲で宅地擁壁の新鮮な開口、圧縮歪等の異変が視認された。帰宅後、古い航空写真や類似地質環境下で遭遇した難工事トンネルの施工記録等を照合した結果、シールド掘削中、切羽前方に山岳トンネルでいう『流砂』と同じような現象が発生したのではないかと疑いをもった。掘削後徐々に地山の緩みが進行して、一か月で空洞が地表に達したということで説明がつく。そうであるならばむしろ土被りが大きいだけに影響は長期間、広範囲に及ぶことになる。



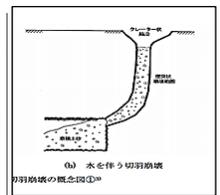
陥没地の地形  
1947 空中写真(米軍および  
国土地理院地図から加工



入間川本流は昔、開析谷の中央を流れていた。現河川はその西(左)端の右岸側旧用水路を流下している。用水路より山側にある陥没地点は、田圃としては利用できない丘陵末端に位置しており、造成地の下は関東ロームの地山と判断できる。



ここで『流砂』について説明しておく。流砂は山岳トンネル経験者にはよく知られている崩壊形態の一つで、地下水で浸潤された砂が湧水と一緒に次から次へと止めどなく流れ出し、切羽を崩壊に至らす現象である。一見固く締まった(今回の上総層のような)地山でも介在砂層の中で発生することがあり、流出を止めるために、水抜ボーリングや薬液注入、あるいは水抜き導坑、凍結工法など大規模な補助工法が必要となる。

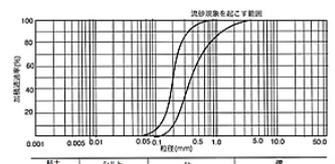
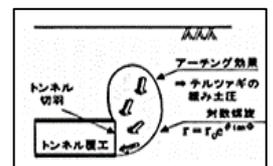


### 【↑流砂で埋没したトンネル写真と流砂のイメージ】

近傍では武蔵野南線稲城トンネルのほか、横浜市地下鉄工事などで深刻な難工事事例が数多く報告されている。

【ほかにも千葉、青森、新潟、長野、富山の堆積砂層】

- 切羽が密閉され坑内流出が防止されるシールド工法でも同じような事態が発生する可能性がある。推進過程で過剰な土石の取込みに気づかないと、流動化した緩みが切羽の前方で逐次拡がり、やがて地表陥没を引起す。【シールド切羽前方に拡大する地山の緩み領域➡】
- 流砂は特定の粒度分布範囲の、粘土質を欠いた均等質砂地盤や介在砂層で発生を見る。粘着成分を欠いた砂が浮いた状態で水と一緒に流れ出る液状化現象(quick sand)を思えばよい。高圧ではない、またわずかな水量でも、湧水とともに砂粒子の流出が止まらないという厄介な地層である。北陸新幹線飯山トンネルでは、湧水に伴い断層に挟まれた砂層が190m上の地表陥没を引き起こしたとされる。 【流砂を生ずる砂の特性: 粒径加積曲線➡】



○ 陥没事故発生以来この二か月余、NEXCO(東日本、中日本)および国交省(外環工事事務所)の三者が一体となつて、対応に当たってきたが、説明会参加者を限定するなど事故の真相解明の開示に前向きな姿勢が感じられない。地盤の緩み範囲の充填注入や調査ボーリング数なども絶対的に少なく、住民の不安は解消されない。

- 事業主体に対しての遠慮からか、事故原因の究明と再発防止策の提言にあたるべき有識者委員会の動きも、積極的、主体的な姿勢が全く感じられない。
- 有識者委員会は12月18日(2020年)漸く中間報告を発表した。記者に公表されたその内容を通読したが、土石の過剰な取込みが要因であることを示唆しているものの、施工管理責任を曖昧にし、原因の特定を先送りしている。

○ 実は昨年6月に相鉄・東急直通線新横浜トンネルで類例事故が生じていた。【2020年6月12日・30日連続】横浜国道直下に計画された径9.5m、土被り19mのシールドトンネル工事で、地質構造は外環道と同じ上総層砂で「N値50」以上の固結地盤であった。

- 施工監理にあたる鉄道・運輸機構(JR TT)は直ちに工事を中止し、事故原因の究明と再発防止のために第三者委員会【神奈川県方面線新横浜トンネルに係る地盤変状検討委員会(以下第三者委員会)】を設置して調査と対策に当たった。第三者委員会は必要な調査を指示し、わずか50日間の調査と審議で8月2日に報告書として提出した。この報告書では事故原因を「土砂の過剰な取込みで形成された空隙による」と極めて明快に推論しており、また再発防止対策として地質調査の追加実施と掘削工程での施工管理手法改善を指摘したものになっている。

- 相次いだこの二つの事故報告書を対比してみた。両報告書にみられるスタンスの相違は何故であろうか。

【有識者委員会と第三者委員会者の構成メンバーは、なんと半数以上が重複して選任されている】

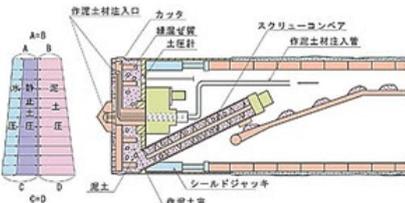
外環道の既設の検討委員会の内部組織として設けられた“有識者委員会”<sup>\*1</sup>が管理の不備・判断誤りを表明すれば、建設推進グループ自ら“身内”の不適正を認めることになる。【<sup>\*1</sup>正式名称:東京外環トンネル施工等検討委員会 有識者委員会】

- だが、何よりも決定的な背景の違いは、外環道が地下40m以深に計画された“大深度法”<sup>\*2</sup>適用による国交省がらみの事業であるという事情にあり。【<sup>\*2</sup>大深度地下の公共的使用に関する特別措置法(以下、「大深度法」)】
- 外環道は現在、大深度法に基づく工事の認可をめぐる係争中であるが、ここで事故要因について有識者委員会が“大深度は地表に影響を及ぼさない”とする法的前提を否定するような判断を下せば、“リニア新幹線”を含めてプロジェクトが依拠する大深度の“安全根拠”が崩れ、大深度法制そのものへの疑義が浮上しかねない。

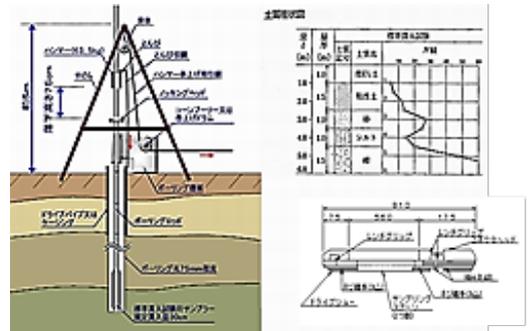
○ 外環道の中間報告には、不十分ながら工事施工管理データも公表されており、これまでの公表資料をもって事故原因を推量することが十分可能であると考えられる。有識者委員会が結論を先送りしているがそこには、陥没事故が“ごく『稀』で『特殊な』地下条件のもとで起こった”という結論に導くための意図が感じられる。

- 今回の事故で着目される上総層は、関東平野に広く厚く分布する基盤層で、決して『特殊な地層』ではない。ただし、東京では基礎地盤と概括視されるため、その層序と工学的性状の解明は進んでいなかった。そもそも「N値」で評価されるような堆積地盤を単に「50以上」という単純な数値だけで評価するのは適切ではない。N値は地盤の固さから地盤支持力を推定することができる指標ではあっても、掘り緩められた地盤の性状や湧水への特性を評価することはできない。
- 事故処理で最大の関心事は原因の真相究明と再発防止である。被害を受けた地域住民の安全・安心を担保することが重要であるにもかかわらず、中間報告にはこの視点が欠けている。

参考資料【泥土圧式シールド工法の略解説④】と【N値についての解説⑤】



泥土圧シールドは、カッターで切削した土を不透水性の可塑性とし、これをチャンパ内に貯え、推進ジャッキの推力による圧力で地山の土水圧との平衡を保ちつつ掘進する工法である。推力と土水圧とのバランスは、スクリーコンベアからの排土量で保持される。



○ 人口稠密な三大都市圏の地下開発を、住民の承諾を得ることなく進めることができるとする大深度法の問題点を明かにしたい。

N値による土質試験  
質量63.5kgの落錘を75cmの高さから自由落下させ、サンプラーを打込み、30cm貫入するまでの打撃回数をN値とする。  
結果は1m毎N値を土質名とともに表示し深さ方向変化を表す。  
土層毎の支持力や内部摩擦角、粘着力を換算して土性を判断できる。

次章では(1)外環道路陥没事故処理に関する報告に対する疑問と(2)大深度事業が依拠する大深度法の不備についての自論を述べる。

浅学な一介の技術者が有識者の知見に口をはさむのはいささか憚られる所であるが、数多くのトンネルを経験した者が当事者にたいして抱く違和感を、独断を交えた直感として、あえてここに披露することを許していただきたい。

## 9 各論(Ⅰ)外環道陥没事故の原因と対応について

### 1. 外環道路計画と事故概要 【計画平面、縦断、地質、事故経過等の資料はNEXCOの公表に譲り割愛】

### 2. ようやく公表された有識者委員会中間報告(トンネル技術者が抱く違和感)

陥没事故の2か月後の12月18日、第5回有識者委員会で事故対応の中間報告が発表された。【第13報】

その内容は、土石の過剰な取り込みを要因の一つとして示唆しているものの、施工管理責任を曖昧にしたまま、結論を先送りにするという、きわめて歯切れの悪いものであった。そして12月20・21の住民説明会は、中間報告の内容を伝達するだけのものであった。「住民に対してどうでもよいことをくたくだ述べているが、被害の実態や安心・安全、肝心のことについては逃がっている」というのが大雑把な実感である。

中間報告の主要部分の骨子を抜粋して示す。【5】

<b>有識者委員会(第5回)陥没事故の調査状況(中間報告)</b>	
<b>事故の状況</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>トンネル直上において、緩み領域が上方に拡大している</li><li>トンネル直上部まで煙突状の緩み領域となっている</li><li>緩み範囲は横断方向でトンネル直上に限定されていた これが一だちに陥没・空洞等につながるものではない</li></ul>
<b>地盤の状況</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>掘削断面は細粒分が少なく、均等係数が小さいため、自立性が乏しく、礫が卓越して存在し、シールドトンネル掘削土の塑性流動性の確保に留意する必要がある地盤である</li><li>掘削断面上部は、単一の砂層である流動化しやすい層が地表面近くまで連続している</li></ul>
<b>事故の要因</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>沈降した砂礫を排土しながら起泡溶液を注入する等の特別な作業過程で切羽の緩みを生じさせ、煙突状に上方に拡大した可能性がある</li><li>気泡の地山への逸失が生じていた可能性が考えられ、その場合、排土体積評価に影響がある</li><li>裏込め注入量や注入圧は管理値に適合している</li><li>トンネル施工に伴う振動は55dB程度であり、振動エネルギーは地震動と比較して極めて小さい</li></ul> <p>考察:特殊な地盤条件下において行われたシールドトンネルの施工が陥没箇所を含む空洞の要因の一つである可能性が高いと推定される</p>

#### ○ 事故要因に関わる重大な事項を中間報告書から指摘することができる。

- シールド天端 47m の深さから地表まで煙突状の緩みが発生している。地質は細粒分が少なく、均等係数が小さく流動化しやすい層が地表面近くまで連続している…【まさに山岳トンネルで大いに難渋した流砂地山の条件をそろえている】
- シールドマシンの推進がたびたび滞ったのは、カッターで砕けない巨礫がスクリーコンベアの取込み口を塞いだため。そしてカッターが空回りする間に細粒土だけが過剰に取り込まれた結果、前方地山の緩みが進行したのではないか。カッターに挟まった礫を無理に回転させれば大きな振動が発生する。振動も地山の緩みを助長したであろう。【それにつけても住民の不安に対し地震の振動より小さいとする有識者の感覚を疑わざるを得ない】
- 土石の過剰取込みは施工管理責任である。排土量の異常は、掘進速度、推進圧力、回転トルク等のデータを注意深く監視することで早期に気づくべきだった。大深度で固い地盤は崩れないという思い込みが施工者、発注者にそれぞれに蔓延していたのではなかろうか。

【夜間作業中止時間中の土砂の沈降を原因とする前に反省すべきは、止まると倒れる自転車のような機械の選定である】

- 礫層の出現が予測されていたにしては、事前の地質調査が杜撰である。シールド機の構造設計で最も重要なのは地山の強度と礫径および硬度である。また、上総層の山岳トンネルで発生した流砂の報告を近隣の施工事例で把握して、“特殊な地質の性状”をコアボーリングで事前に確認しておかねばならなかった。

#### ○ 報告書に欠けている(不十分な)必要な情報: (12/20の住民説明会説明会資料【PDF】のページ数を示した)

- 土砂の過剰な取込みが行われたかどうか、またその位置の特定には、単位区間長当たりの排土量、注入量のチェックが必要である。また、速度、加圧力、回転トルクなどの施工データ変化を示すチャートの表示が不十分である。公開された資料からでは判読しにくい、陥没箇所以外にチャートに異常が認められる区間があり、地下の異常の有無について再調査が必要である。【リングナンバー R1920~60,2220,2600~2660 など】(p32)
- 空洞に充填した流動化処理土の施工法、数量等の資料がない。トンネル周辺の緩んだ地山部分の調査を実施したか、また、薬液注入等の補強工事を実施したかどうか、その調査記録、施工数量等の資料が何も示されていない。
- 事故後の追加調査で判明したはずの地質調査結果が縦断面図に反映されていない。  
地盤の特性で「特殊な地盤条件」を挙げながら、特殊性を示す具体的な資料は全く見あたらない。(pp.28-29)

#### ○ 誠意の見えない住民説明:

“直ちに地表面に変状を及ぼすものではなく、緊急な対応は必要ない”と、判を押したような説明の繰返しは要らない。

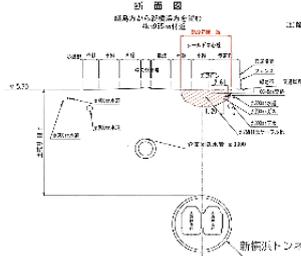
実施済の対策工事や調査結果、再発防止策など具体的な根拠が何一つ示されず、到底納得の得られる説明ではない。

- 陥没穴の内部写真より空洞の充填状況を、微小な沈下傾斜角 Rad の説明よりひび割れを進行させない対策を、まずもって提供すべきであろう。振動のエネルギーレベルの説明よりも安眠できる環境の提供を約束すべし。  
事業者の“掘らしめよ知らしむべからず”の上から目線の体質が最も気になるところである。

### 3. 新横浜トンネルの第三者委員会の出した明快な結論

#### ○ 新横浜トンネルの工事概要と事故対応

外環道と類似した環境にある新横浜トンネルの第三者委員会の出した報告書は外環道事故解明に重要なヒントを示している。【写真と概要】



**新横浜トンネル陥没の概要** (神奈川県横浜市港北区大豆戸町)  
 陥没発生時は、シールド工事は横浜市道環状 2 号線の直下で掘削を行っていた。横浜アリーナの手前の羽沢横浜国大駅起点 4km821m まで掘削を完了していたところ、切羽の後方約 30m の地表面(市道環状 2 号線)で 1 回目の陥没が発生した。また 2 回目は、1 回目の陥没箇所の後方約 300m で発生した。各々の発生日時および規模については、下記の通りである。なおトンネル掘削工事は 1 回目の陥没発生後に中断した。  
 (1 回目)令和 2 年 6 月 12 日 11m×8m×深さ 4m 程度の陥没  
 (2 回目)令和 2 年 6 月 30 日 7m×6m×深さ 2m 程度の陥没  
 陥没箇所のトンネルの土盛りは、1 回目の陥没箇所が 18m、2 回目の陥没箇所が 19m となっている。  
 地質は、工事前の地質調査の結果から、トンネル断面およびその上部には、上総層の砂質土層、粘性土層(泥岩層または土丹層)と両者の中間的な地層、またはそれらの互層が分布し、さらにその上部には、地表面から 10m 以上の沖積層が堆積していると想定されていた。

#### ○ 第三者委員会が下した事故原因

第三者委員会の建議に従い、所要の調査と事故対応を実施後、トンネル工事は 9 月に新しい管理方式を採用して再開された。

- 委員会の結論は龍岡委員長の前書きに要約されている。【要約】  
 報告内容から関連部分を抜粋して示す。

**神奈川県東部方面線新横浜トンネルに係る地盤変状検討委員会 報告書 まえがきより** 令和 2 年 8 月 2 日

今回の二箇所での道路陥没事故の発生後、一か月の間に委員会を 4 回開催して陥没の発生原因の把握と再発防止策を検討し、一応の結論を得た。トンネル工事など地盤に関わる工事では、それぞれの現場での地盤条件に応じた設計と施工が基本である。

その基本の遵守と施工中の地盤挙動の確認および必要な対応が不十分であると、思いがけない事故が生じる。トンネルが掘削された上総層は数百～数十年前に堆積した地層であり、固結した粘土質層(土丹層)は拘束圧が解放されても非常に安定している。一方、結まった砂質土層は通常の状態で安定しているが、固結度が低いため拘束圧が解放され浸透力を受けると流動化するおそれがある。今回の事故は、地下水位が高く上部に厚い粘土質層(泥岩層または土丹層)が存在しない砂質土層で生じた。泥水式シールド工法そのものが原因ではない。むしろ、この工法はこのような難しい地盤条件でも慎重かつ適切に施工すればトンネル工事が安全に行えるように開発された。困難な地盤条件では、切羽面の安定性の確保に注意を払うことが特に重要になる。

今回のような地盤事故の多くは、一つの工程での問題が発端となっても、それが実際に事故となるとは限らず、複数の工程での不十分な対応を経て実際の事故となることが多い。

本工事の場合、困難な地盤条件での切羽面の不安定化を発端としているが、引き続き複数の工程を経て地盤陥没に至っている。関係するすべての工程で、つねに上記の基本に立ち戻り適切に対処することが求められる。

今回幾つかの重要な教訓が得られた。今後の都市部での安全なシールドトンネル工事に参考となることを願う。

委員長 龍岡文夫

**送排泥密度:** 陥没発生箇所の時系列データを確認したところ、送泥密度が低い状態が続いている。一方で排泥密度については、掘進停止時間においても高い状態となっている箇所が見受けられた。(原典図 4-16~4-18 割愛)

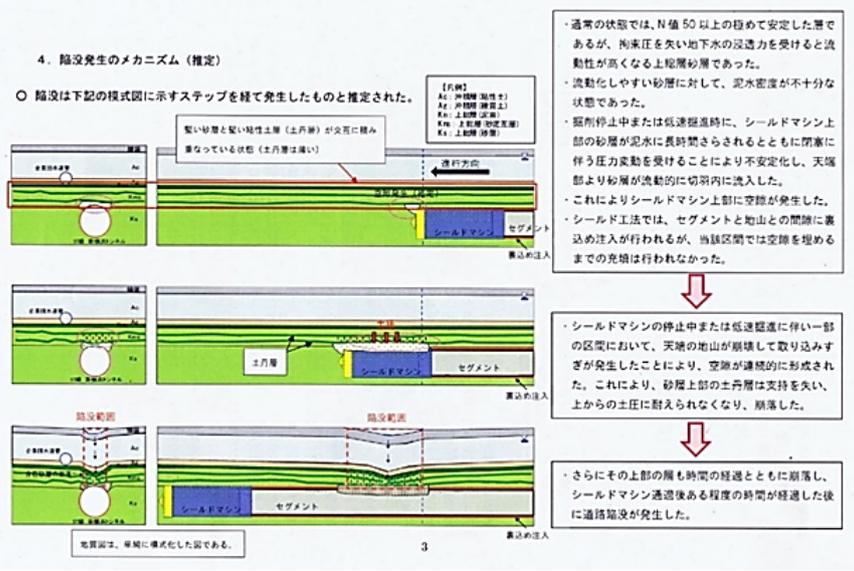
**陥没発生の要因:** 泥水シールド工法は泥水による圧力で切羽の安定を保ちながら掘進していくが、泥水密度が低く、不十分な状態があった。、このような状態の泥水に切羽地山の砂質土層が長時間さらされるとともに、閉塞に伴う圧力変動を受けることにより不安定化し、その結果、天端部より砂質土層が流動的に切羽内に流入して空隙が形成され、これが複数のリングに亘って生じたと推定された。

掘進停止中や低速掘進中に土砂の取込みがあったと推定されるが、停止中等の掘削土量の管理をリアルタイムで連続的に監視していなかったため、結果として土砂の過剰な取込みを確認できず、裏込め注入も不十分となり、陥没を誘発したと推定された。

**地質との関連:** 砂層は地中で安定した状態なら非常に固く強いものの、空隙が生じて水にさらされると流れる性質がある。ここでは、空隙が広がってバランスが崩れ、崩落に至った。陥没現場付近では結果的に注入量が足りていなかった。

#### 陥没発生のメカニズム(p.9)

地表面の変位は計測していたが、土砂の取込みによりシールドマシン上部に空隙が生じ、その後、空隙上部の堅い粘性土層(粘性層または土丹層)を通して進行性破壊が進み、地表面陥没に至ったと推定される。その結果、地表面変位計測による地盤変位の予兆の把握と、裏込め注入量の見直し、補足注入などの早期対応ができなかったと推定された。



#### 再発防止策

##### 掘削完了済み区間の対応

縦断的に調査ボーリングを追加し、緩み領域に充填注入を行った。また委員会で審議された手法を用いて過去の掘削データ確認を継続する。

##### 今後掘削する区間

追加ボーリング調査で詳細な地質状況の把握  
 切羽土圧および泥水性状の適切な管理  
 各リングにおける全工程でのリアルタイムかつ連続的な、土砂の過剰な取込みの有無の監視

【以上引用は】 <https://www.jrnt.go.jp/project/asset/pdf/kanagawa-east/GroundCommitteeFinal.pdf>

### 4. 外環道陥没事故の対策と再発防止のために

以上のことから外環道路の陥没事故の原因を次のように推察する。

上総層の地盤は安定した地中では固く支持力があるが、空隙が生じて水で流されると緩みが進行する性質がある。砂礫層に遭遇してシールド掘進が難航する間に地山から大量の土砂を取り込み、切羽前・上部の緩みが進行した。不十分な地質調査のために、シールド機の設計が適切でなく、地山の性状に即した適切な施行管理も疎かであった。堆積層からなる都市の地下 40m は、支持地盤の下にあるから安全深度であるという認識は改めなければならない。

# § 各論(2) 外環道の陥没事故で改めて問われる大深度法の不備

## 1. 大深度法適用の地下工事の安全根拠は失われた

住民はシールド機械の異常な騒音、振動を訴えていた。今回の事故は“大深度は硬く地表は安全”という勝手な思い込みから、地質調査を蔑ろにし、機械の設計に慎重を欠き、さらに施工管理を疎かにした結果である。大深度法は大都市地域の公共事業を促進するため、地権者との権利調整を割愛することを目的とした、きわめてご都合主義的な法律であって、認定を受けた事業者は用地を取得することなく、形式的な説明会だけで住民の権利や疑問を押切って事業を遂行することができる。【法案の趣旨説明⇨】”使用されることのない深度“というだけの理由で、正当な補償も、地上の安全の担保もない地下工事を勝手に進めることが許されてよいわけではない。今回の陥没事故は大深度工事の安全への根拠ない信頼を崩すものになったが、同時に大深度法体系全般の不備が改めて問われることになる。

中山国務大臣大深度法趣旨説明(H12.3.22衆院建設委員会)  
**提案理由**…土地利用の高度化、複雑化が進んでいる大都市地域においては公共の利益となる事業を実施する場合には、地権者との権利調整に要する時間が長期化しており、効率的な事業の実施が難しいことから、主に道路等の公共用地の地下を利用して行われておりますが、合理的なルートの設定が困難となる場合があります。また、道路の地下を中心に、浅い地下の利用はよくそうしてきております。このため、今後、これらの事業を実施するに当たって、地上及び浅深度地下の利用に加えて、土地所有者等による通常の利用が行われない地下、すなわち大深度地下を、国民の権利保護に留意しつつ、円滑に利用するための制度を導入する必要性が高まっております。  
**法律案の内容**…第六に、使用の認可を受けた事業者は、原則として補償することなく大深度地下を使用することができることとしておりますが、例外的に補償すべき損失がある場合には、請求を待ってこれを補償することとしております。なお、事業区域に井戸などの既存物件がある場合は、事前に補償した後、その物件の移転を求めることができることとしております。(以下略)

## 2. 大深度地下利用 トンネル技術者から見た疑問

### 2-1 大深度法制の不備

大深度法及び同施行令において大深度の定義および範囲はの次ように定められている。〈施行令に示す数値を付記した〉

大深度地下の定義は以下に示す①又は②のいずれか深い方以上の深さの地下をいう

- ① 建築物の地下室及びその建設の用に通常供されることがない地下の深さとして政令で定める深さ<地表から 40m>
- ② 当該地下の使用をしようとする地点において通常の建築物の基礎ぐいを支持することができる地盤(支持地盤)として政令で定めるものうち<くいの許容支持力度 2500kN/m<sup>2</sup> を有する地盤>、最も浅い部分の深さに政令で定める距離<10m>を加えた深さ

また、「大深度地下使用技術指針・同解説」(以下技術指針)には法を補完する技術基準が示されている。【📖】

これを要約すれば(以下 指針とする)

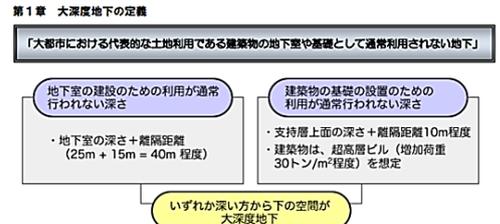
- ① 適用範囲はトンネル径(D)15m以内の単線シールドトンネルが対象
- ② 支持地盤は、基礎ぐいの許容支持力度が 2500kN/m<sup>2</sup>以上を有する地盤(当該地盤のN値が 50 以上であることにより判断してよい)

そのほか大深度地下特定のための地盤調査は 100~200m程度の間隔が望ましいこと。設計には緩み土圧相当を考慮すること。大深度地下施設の規模に応じた離隔距離をとること。などが示されている。

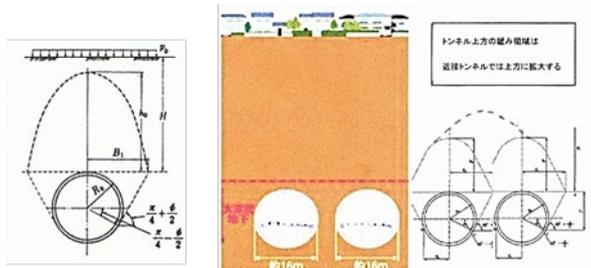
### (1) 大深度の特定範囲を深さだけで一義的に決める非科学性

大深度法は「深さ 40m以深、支持層の厚さ 10m」を大雑把な条件として特定範囲を定義している。しかし、トンネルを掘削すれば上方に緩みが生じ、トンネルの安定は主としてこの緩み土圧に支配される。

- トンネルにかかる土圧範囲を表す有名なテルツァギーの緩み高さを図に示す【📖(右)】(計算式は省略)  
 緩み範囲はトンネル径に比例し、また地質によって異なるが、通常、1D(直径)程度以内とみなしてよいとされるが【切羽崩落など特別の事情が無い場合】緩み領域内の地盤支持力は低下する。
- 以上のことから、大深度の特定には地下施設の大きさを反映させる必要がある。技術指針制定に際し地下施設の規模を『径 15m以内の単円シールド』に制限しているが、一義的な保護厚さ設定では当該地盤の地質性状を反映することができない。
- 地上構造物の基礎杭底から 10mの支持地盤の厚さは径 5mのシールドでは余裕があるとしても、径 16mのトンネルでは、地質によりトンネル掘削が上部の載荷重にたいする支持地盤としての価値を損わしめる可能性がある。  
 【後述の地上権設定範囲の不当性に関連する】
- 技術指針では、想定建物規模として掘削深 25m、上載荷重 700kN/m<sup>2</sup>(新宿の高層建築群相当)、載荷面積 5000 m<sup>2</sup>(横浜ランドマークタワー相当)を想定しており、荷重条件が想定を超えるケースでは個別の検討を要するという例外を付している。



**大深度地下使用技術指針・同解説**  
 1.3 技術指針の適用範囲  
 大深度地下施設としてトンネル径 15m 以内の単円シールドトンネルを対象とする  
 2.4 支持地盤の特定方法  
 支持地盤は、建築物の基礎ぐいの許容支持力度 2500kN/m<sup>2</sup> 以上を有する地盤。当該地盤のN値が 50 以上であることにより判断してよい  
 2.7 地盤調査  
 大深度地下の特定のためには地盤調査を実施することが望ましい。一般に 100~200m 程度の間隔が目安となる。  
 3.1 大深度地下施設の規模に応じた離隔距離  
 純間隔が 1.0D 未満の場合には、影響を無視できない可能性がある  
 4.2 土圧及び水圧  
 緩み土圧相当を考慮



## (2) 大深度の特定範囲をN値だけで評価する誤り

- 大深度の定義は、深さと支持力だけではなく、当該地盤の安定性をも評価に加えるべきである。外環道の陥没事故が示すように、掘り緩められた地山の变形特性や、地下水による安定性などの特性も重要な要素である。
- 大深度法は事業者が大深度の使用認可申請に添付すべき図書として、構造物の耐力計算書および「事業区域が大深度地下にあることを証する書類」の提出を求めている【法第14条】。認可基準は地盤の支持力だけの判断が示され、安定性等についての評価については触れられていない。大まかに地盤の支持力を換算する指標に他ならないN値を唯一の認可要件とするのは、科学的根拠に欠ける。【簡便な調査で大深度認定の調査費用を節減する意図としか見えない】

## (3) 外環道ではさらに大きな法令逸脱が

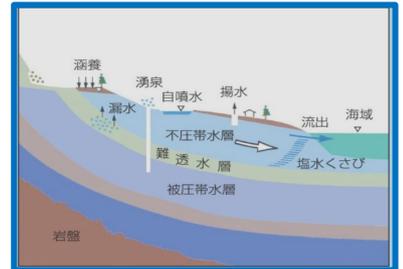
外環道の外径 16.1mのシールド径がすでに規定範囲を超えるものであることはおくとしても、さらに 16mの双設トンネルとなると事情が大きく異なる。技術指針には『**離隔距離が1.0 D未満の場合には影響を無視できない**』と明記されている。離間距離条件( $1 \cdot D=16m$ )が満たされていない事業路線が、詳細設計も付されない段階から一括して大深度事業と認定されたとすれば、極めて不適切な認可であると言わざるを得ない。【大深度法 14条で使用認可申請書に事業区域が大深度地下にあることを証する書類と耐力の計算方法を明らかにした書類の添付を義務付けている】

## 2-2 地下水の問題に関する国交省の不当な宣伝【国交省大深度パンフレット】

地下水の評価に関する国交省の科学的根拠のない誤った視点を指摘する。

- ① 大深度の被圧地下水も水頭差に従い確実に海に向かって移動している！
- ② トンネル掘削により、高被圧地下水が急速に坑内にむけて流動して、切羽崩壊を引き起こす危険に適切に対処することが必要である。
- ③ さらにトンネル完成後、地下水はトンネル覆工に沿って動き、地表へ影響が及ぶ。  
【地下水が回復した総武線東京トンネルでは大量の湧水を新芝浦運河に放出している】
- ④ 水の移動に伴う厄介な流砂は、滞水面下に位置する堆積地盤では、何処でも発生可能性がある。

大深度地下における地下水への影響について  
大深度地下の被圧地下水は、ほとんど流動しないため、大深度地下に構造物を作ったとしても、地下水の流れをせき止めるなどの影響を及ぼすことは、ほとんどないと考えられています



## 2-3 公平を欠く権利制限

### 設定権利設定に関わる諸問題

「地域」によって地下権の制限を使い分ける不公平

大深度地下は「利用されない」空間ではない

地上構造物を支える「地盤」としての意義と権利がある

トンネル掘削により基礎の支持力低下をきたすなら、既得の権利が不当に侵害されることになる

将来的に本当に利用されない空間か？

土地の使用権と所有権は不可分な権利？

使用権返還後の原型復旧は可能か？

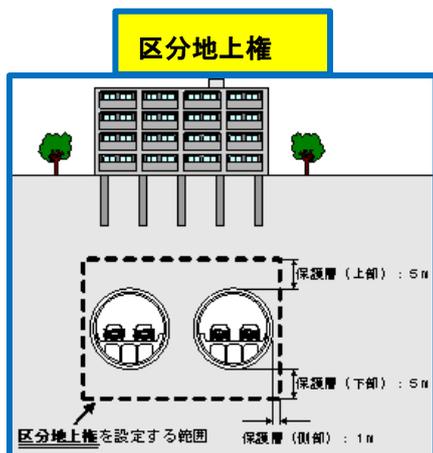
**区分地上権の範囲設定**に関する疑問

区分地上権で権利を設定(保護)すべき範囲を下图に示す

通常、地下施設の側面プラス 1m程度の鉛直上方が対象とされている

が、荷重影響の及ぶ斜線の範囲および トンネル斜方に拡がる緩み範囲も対象に加えられるべきではないか。

区分地上権設定範囲外に打設されるロックボルトも保護対象施設とされるべきであろう。

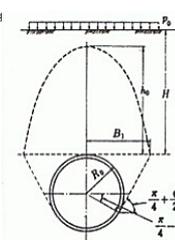
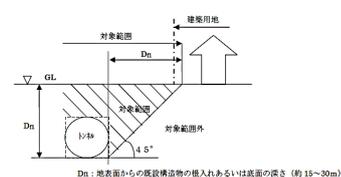


荷重の影響範囲は斜方向と上部アーチ内

近接施工範囲 概念図(参考)

※下記図は概念図であり、近接程度の区分の判定については、「都市部鉄道構造物の近接マニュアル」(財団法人 鉄道総合技術研究所)に基づいて行なう。

1) 地上構造物の場合(概念図)



ロックボルトは側方1mの設定範囲を逸脱



( 2021.01.06 大塚 正幸 )