

地盤調査状況及び地盤補修に関する
ご説明へのご質問とその回答のとりまとめ

はじめに

一昨年10月に発生した、東京外かく環状道路（関越～東名）の工事における地表面陥没・空洞事故、またトンネル工事中の振動・騒音により、住民の皆さま方に多大なご迷惑とご不安を与えてしまい、心よりお詫び申し上げます。

東京外かく環状道路（関越～東名）本線トンネル（南行）工事現場付近にて発生した地表面陥没・空洞事故の周辺にお住まいの皆さまの不安解消に向け、入間川東側エリアにおける表層地盤の調査状況及び地盤補修に関する検討状況について、令和3年12月17・18日に説明会を実施させていただきました。説明会で頂いた主なご質問とその回答についてとりまとめましたのでお知らせいたします。

引き続き、住民の皆さまのご意見を個別にお伺いしながら、家屋損傷をはじめとする実際に発生した損害に対する補修・補償、陥没・空洞箇所等の地盤補修範囲における地盤補修について、誠意をもって対応していくことに加え、有識者にも相談しつつ必要な調査を実施し、住民の皆さまのご不安の払拭に努めてまいります。

<追加調査>

1. 今後の地震や豪雨などのリスクもある中、N値が低い地盤であっても大丈夫なのでしょうか。

調査対象地域（入間川東側エリア）の表層地盤において、既往の研究結果及び現場での調査結果等から、トンネル掘進に伴う振動によって地盤を弱めたという事実は、確認されませんでした。

調査対象地域の表層地盤は、その周辺地域と比較しても地盤強度に違いは見られず、室内での強度試験の結果、N値（地盤の固さを示す指標）が低い層を含め、一般住宅の基礎構造として、べた基礎や布基礎を適用できる基準を上回る強度（長期許容応力度）を有することが確認されました。

また、液状化判定を行った結果、地震等による振動で液状化が発生する可能性はないものと判定されております。

2. トンネル直上では補修工事を要するほどの地盤の変化があるなか、その周辺地盤のN値が0になっていても本当に問題ないのでしょうか。

陥没・空洞箇所に近い2箇所（A及びB地点）に加え、比較対象として、トンネル掘進に伴う振動の影響が無い1箇所（C地点）でボーリング調査を実施しております。

B地点において、有機質粘土層でN値0が確認されておりますが、C地点の有機質粘土層においても同様にN値0となっているなど、既往の研究結果及び現場での調査結果等から、トンネル掘進に伴う振動によって地盤を弱めたという事実は、確認されませんでした。

また、調査対象地域の表層地盤は、室内での強度試験の結果、N値が0であった層を含め、一般住宅の基礎構造として、べた基礎や布基礎を適用できる基準を上回る強度（長期許容応力度）を有することを確認しております。

3. 入間川東側エリアで行ったA地点のN値1、2に対し、C地点ではN値0となっていますが、一軸圧縮強さはC地点の方が高くなっているのはなぜなのでしょうか。

N値はボーリング調査で現位置にて行った標準貫入試験の値を示しており、地盤の固さを示す指標となります。一軸圧縮強さは、ボーリング調査により採取した不攪乱資料をもとに室内にて厳格に行った一軸圧縮試験により地盤の圧縮強度を示すものです。

一般的に、N値と一軸圧縮強さの間には一定の相関があることが知られておりますが、これは過去の様々な地盤のデータから得られている知見であり、一定のばらつきがあります。

4. 入間川東側の表層地盤を分析するにあたり、ボーリング箇所が2箇所では少なすぎるのではないのでしょうか。もっと広範囲でサンプリングする必要があるのではないのでしょうか。

調査箇所の選定については、有識者にも相談の上、入間川東側において陥没・空洞箇所に近い2箇所（A及びB地点）、また、比較対象として、トンネル掘進に伴う振動の影響が無い1箇所（C地点）でボーリング調査を実施しました。

5. 工事前のデータと今回の調査結果を比較し、それを元に議論すべきではないのでしょうか。

入間川東側において、陥没・空洞箇所に近い2箇所（A及びB地点）、また、比較対象として、トンネル掘進に伴う振動の影響がない箇所（C地点）で調査を実施しております。また、掘進前の地盤状況について、既往のボーリング調査結果（1964年～2017年実施）を確認し、表層地盤（武蔵野礫層の上部）の土質区分及びN値についてもとりまとめを行いました。

表層地盤で確認されたN値は、トンネル掘進に伴う振動の影響がない箇所（C地点）を含め、概ね5以下であり、また、過去の調査結果では、調査対象地域周辺の比較的広範囲にN値5以下の地点が多く分布することを確認しております。

6. 調査対象地域周辺の過去のボーリング調査は、いつ実施された調査でしょうか。

調査対象地域周辺における既往のボーリング調査結果は、東京都が公表している「東京の地盤（GIS版）」のデータを掲載しており、1964年～2017年のデータになります。

各ボーリングの調査結果は柱状図（[こちら](#)）をご確認ください。

7. 『土壌中には、一般に体積の30%から80%程度の空隙を含むことが知られています』とのことですが、これを出典している文献は何になるのでしょうか。

「関東ロームの地盤特性に適合した土木地質研究法について（地質ニュース1966年12月号 No. 148）」と、「薬液注入工法《指針と解説》（日本材料学会土質安定材料委員会編、鹿島出版会）より引用しております。

なお、令和2年12月14日に公表させていただいた『調布市域（入間川東側エリア）における追加調査の結果について』の調査結果（参考資料）にも記載させていただいております。（[こちら](#)）

8. 入間川東側エリアで行ったA地点のボーリング調査結果で、表層部が「ローム」になっていますが、この地点は埋土のため、ローム層は無いのでしょうか。

入間川東側エリアの調査対象エリアは、田んぼとして利用されていたと想定される有機質粘土の上に盛土を行い、宅地として造成されたと想定されます。表層部に「ローム」と記載しているのは、ロームを主体とした土を盛土として使用した層であることを示しております。

地点A～Cの調査結果は、柱状図 ([こちら](#)) をご確認ください。

9. 不攪乱試料のX線検査を行った目的及びその結果はどうだったのでしょうか。

不攪乱で採取した表層地盤のX線検査は、数ミリ以上の特異な空隙や空洞の有無を確認するために行いました。その結果、特異な空隙や空洞は確認されませんでした。

10. 振動実験は、現地採取土を密に締め固めた状態で実験し、影響がないと言っているのではないのでしょうか。不攪乱試料として採取した状態のまま実験すべきではないのでしょうか。

ボーリング調査により採取した不攪乱試料は、X線検査の他、地盤強度の確認のための一軸圧縮試験や土の性質を確認するための各種物性の確認試験、また、半割りにして試料内部の状況確認に使用したことから、振動実験は開削調査で採取した土を用いて実験を行っています。

振動実験にあたっては、供試体を室内試験で確認した現地盤の密度と同等になるように調整し、土の自重による圧密沈下が安定するまで静置しており、密に締め固めた状態で実験を行ったものではありません。

この実験結果から、トンネル坑内で観測されたトンネル掘進に伴う振動レベルの最大値(約4.5gal、62dB)から、今回使用した加振機の最大能力(400gal)まで加振を行った結果、特異な空隙や表面沈下等の変状は確認されませんでした。

11. 以前の説明では、地表面陥没・空洞箇所周辺において大きな振動を感じた期間では振動計測は行っていなかったとのことでしたが、震度0相当と言われている振動(4.5gal、62dB)はいつ測定されたのでしょうか。実際より小さい値となっているのではないのでしょうか。

有識者委員会報告書の振動計測結果は、地上部で振動計測を行ったものを示しており、陥没・空洞箇所周辺においては、令和2年9月4日、10月9日に計

測した結果となります。

今回お示した値は、トンネル坑内のチャンバー背面に設置している計器により測定された結果であり、陥没・空洞箇所周辺での振動レベル（L10）は最大で62dBとなっております。

なお、トンネル掘進に伴う振動は、地上に伝わる間に減衰することが確認されており、地上での振動はトンネル坑内で計測された62dBより小さい値であったと考えています。

12. 今回の振動実験は、加振の大きさや振動継続時間などの面で、実際に住民が感じている振動現象を正しく再現できていないのではないのでしょうか。

振動実験では、トンネル坑内で観測されたトンネル掘進に伴う振動レベルの最大値（約4.5gal、62dB）で3分間×3回加振したのに加え、約90倍の振動レベルである400gal（今回使用した加振機の最大能力）まで、50galずつ増加させ各3分間の加振を行った結果、特異な空隙や表面沈下等の変状は確認されませんでした。

この実験結果から、トンネル坑内で観測されたトンネル掘進に伴う振動レベルの最大値（約4.5gal、62dB）の振動は、供試体に長時間の加振を行っても特異な空隙や表面沈下等の変状が生じないレベルであることを有識者にも確認しております。

13. 令和3年3月に公表された有識者委員会の報告書では、陥没・空洞事故の発生する直前の振動計測で55dBとなっておりますが、今回の説明資料では『トンネル坑内で観測されたトンネル掘進に伴う振動レベルは最大で62dB』となっております。同じ振動なのに値が違うのはなぜでしょうか。有識者委員会の報告書により取りまとめられた以外の振動計測データがあるということでしょうか。

有識者委員会報告書の振動計測結果は、地上部で振動計測を行ったものを示しており、陥没・空洞箇所周辺においては、令和2年9月4日、10月9日に計測した結果となります。

今回お示した値は、トンネル坑内のチャンバー背面に設置している計器により測定された結果であり、陥没・空洞箇所周辺での振動レベル（L10）は最大で62dBとなっております。

なお、有識者委員会報告書では、地上部にて振動計測した日と同日のトンネル坑内の振動レベルを地上部との比較のため掲載しており、陥没・空洞周辺箇所での最大値が55dBとなります。

14. 入間川東側エリアの追加調査で行った、振動実験及び震度0相当の根拠として掲載している周波数20Hzは、何から導き出した値なのでしょうか。

シールドトンネル工事に伴う振動の周波数はおおよそ20Hzとされており、出典は「建設における地盤振動の影響と防止（小林芳正 鹿島出版会1975）」より引用しております。

詳細については、令和3年12月14日に公表させていただいた『調布市域（入間川東側エリア）における追加調査の結果について』の調査結果（本編）（[こちら](#)）に記載させていただいております。

15. 振動により地盤を弱めていないのであれば、なぜこれだけの家屋損傷が生じているのでしょうか。

調査対象地域（入間川東側エリア）の表層地盤において、既往の研究結果及び現場での調査結果等から、トンネル掘進に伴う振動によって地盤を弱めたという事実は、確認されませんでした。

一方で、家屋損傷については、陥没・空洞箇所周辺で、トンネル通過前後の家屋調査の比較において損傷の拡大や新たな損傷が確認されており、トンネル掘進による地表面変位や振動の影響により生じたものであることの否定は難しいと考えられます。

今回、今般の事故により甚大な社会的影響が生じていることも踏まえ、陥没・空洞箇所周辺にお住まいの皆さまの社会的不安を早急に解消し、住民の皆さまが被った被害を回復するため、広範な補償の枠組みを事業者独自に設定し、住民の皆さまに寄り添った形で補償を行っております。

引続き、住民の皆さまのご意見を個別にお伺いしながら、家屋損傷をはじめとする実際に発生した損害に対する補修・補償、陥没・空洞箇所等の地盤補修範囲における地盤補修について、誠意をもって対応していくことに加え、有識者にも相談しつつ必要な調査を実施し、住民の皆さまの不安の払拭に努めてまいります。

16. 入間川東側エリアの追加調査により、N値が低い層を含め、一般住宅の基礎構造として問題ないとのことですが、補償・補修の状況として示している実際に家屋補修を行った件数は広範囲に及んでいます。なぜ一般住宅の基礎構造として問題ないのにこれだけの件数で損傷が発生しているのでしょうか。

調査対象地域（入間川東側エリア）の表層地盤において、既往の研究結果及び現場での調査結果等から、トンネル掘進に伴う振動によって地盤を弱めたとい

う事実は、確認されませんでした。

一方で、家屋損傷については、陥没・空洞箇所周辺で、トンネル通過前後の家屋調査の比較において損傷の拡大や新たな損傷が確認されており、トンネル掘進による地表面変位や振動の影響により生じたものであることの否定は難しいと考えられます

引続き、住民の皆さまのご意見を個別にお伺いしながら、家屋損傷をはじめとする実際に発生した損害に対する補修・補償、陥没・空洞箇所等の地盤補修範囲における地盤補修について、誠意をもって対応していくことに加え、有識者にも相談しつつ必要な調査を実施し、住民の皆さまの不安の払拭に努めてまいります。

17. 定期的に地表面変位の計測結果を公表していただけないでしょうか。

陥没・空洞周辺箇所における令和3年11月末時点の地表面変位計測の結果につきましては、令和2年12月14日に公表させていただいた『調布市域（入間川東側エリア）における追加調査の結果について』の調査結果（参考資料）にも記載させていただいております。（[こちら](#)）

また、令和4年1月末時点の地表面変位計測結果についてもとりまとめております。（[こちら](#)）

なお、全体的に大きな変位等は確認されておらず、巡回においても、周辺の地表面の変状は確認されておられません。

今後も地表面変位の計測結果について公表してまいります。

18. 今回地盤補修を行う範囲以外においても、いまだに地表面変位は継続して発生しています。これはこの範囲の地盤が緩んでいるということを示しているのではないのでしょうか。

陥没・空洞周辺箇所における地表面変位については、シールドマシンの通過直後は変位が見られるものの、その後計測結果に大きな変位等は見られておらず、令和2年10月31日から令和4年1月31日までの陥没・空洞箇所周辺の地表面変位量は概ね-6～+2mmの計測結果となっております。（[こちら](#)）

このうち-6～-4mmを示している箇所については、周辺の埋設物取替え工事の影響を受けた変位であり、これらを除く陥没・空洞周辺地域の地表面変位は概ね収束しているものと考えております。

また、経時変化につきましても、「地表面変位計測結果（経時変化グラフ測線）」（[こちら](#)）に示す通り概ね収束しているものと考えております。

なお、地表面変位計測の測量は「工事に伴う環境調査要領（H24.1 東京都建設局）」をもとに、3級水準測量に必要な精度に対して、施工業者がより厳しい管理値として誤差を1mm以内と設定し、地表面変位計測を実施しています。

19. これだけ大きな事故を起こしたにもかかわらず、データを公表しないまま一方的な結論で説明する態度が不安を引き起こしているのではないのでしょうか。

今回の調査内容及び結果についてまとめたものを説明会資料として配布させて頂きましたが、より詳細なデータ等についても公表しております。[\(こちら\)](#)

引続き、住民の皆さまのご意見を個別にお伺いしながら、家屋損傷をはじめとする実際に発生した損害に対する補修・補償、陥没・空洞箇所等の地盤補修範囲における地盤補修について、誠意をもって対応していくことに加え、有識者にも相談しつつ必要な調査を実施し、住民の皆さまの不安の払拭に努めてまいります。

ご不明な点がございましたら、外環専用フリーコール（0120-861-305（受付；平日9：00～17：30）までお問い合わせください。

<地盤補修>

20. 地盤補修工事の予定範囲はどれほどでしょうか。機材の搬入、搬出などで現地の道路を使う際は、事前の調整をお願いしたいです。

地盤補修工事の予定範囲は、道路方向の延長は約 220m、道路直角方向の延長は、シールドトンネル直上に相当する約 16m となり、地盤補修範囲図 ([こちら](#)) に示す図中の着色範囲となります。

資機材ヤードや搬入計画につきましては、住民の皆さまに極力ご迷惑とならないように計画を策定し、着手前に地盤補修工事範囲の周辺にお住いの皆さまにご説明させていただきます。

21. 地盤補修範囲から少しでも外れていれば、地盤補修の対象にはならないのでしょうか。

地盤補修範囲は、有識者委員会報告書に基づきトンネル坑内から行った調査結果を踏まえ、有識者に確認の上で、特定しました。

坑内調査結果および地盤補修範囲については、地盤補修範囲図 ([こちら](#)) をご確認ください。

現在、地盤補修範囲の住民の皆さまに、仮移転または事業者による買取等のご相談をさせていただきながら、地盤補修工事の施工方法等の検討を行っております。

また、これまでの調査から、トンネル直上の隣接地において地盤の緩みは発生していないと考えておりますが、引き続き調査を実施する中で、隣接地における地盤の緩みが確認された場合には、適切に対応してまいります。

なお、その調査の実施方法については、現時点では未定です。

<陥没・空洞事故のメカニズム、再発防止>

22. なぜ元々地盤が緩いとわかっていたところにトンネルを通す計画になっていたのでしょうか。東名側の2本目のトンネルを掘る際も同様の問題が生じるのではないのでしょうか。

シールド工法は、一般的には、非常に軟弱な地盤から軟岩までの地盤に適用され、多数の施工実績があり、地盤に応じて適切な形式で適切な施工を行えば安全に工事を遂行できる工法です。

しかしながら、結果的に陥没・空洞事故が発生したところであり、有識者委員会において確認されたとおり、特殊な地盤条件下において、シールドカッターが回転不能になる閉塞を解除するために行った特別な作業に起因するシールドトンネルの施工が、陥没・空洞事故の要因と推定され、施工に課題があったとされたところではあります。

陥没・空洞の要因となった閉塞を生じさせないために、大泉側シールド及び中央JCTランプシールドでとりまとめた再発防止対策においては、閉塞をさせない、過剰な土砂取り込みを生じさせないために、

- ・事前の室内配合試験による、地盤条件に適した添加材の調整の実施
- ・チャンバー内の土圧のリアルタイム監視などによる掘削土砂性状の管理強化

・より厳しい管理値の設定、気泡材の重量を控除しない掘削土重量の管理、掘削土体積の理論値と実績値との比較をする等による排土管理の強化などの対応を講じるとともに、万が一、閉塞が生じた場合には、工事を一時中断し、地盤状況を確認するために必要なボーリング調査等を実施することとしております。

東名側本線シールドトンネル工事の「再発防止対策及び地域の安全・安心を高める取り組み」は、これらの他トンネル工事の再発防止対策の適用等について検討していくこととしておりますがまずは地盤の補修等を優先した上で検討を行い、今後、東京外環トンネル施工等検討委員会で審議・確認を経て周辺住民の皆さまへ丁寧に説明を行ってまいります。

事前に周辺の住民の皆さまへご説明することなく、東名側本線シールドトンネルの掘進を再開することはございません。

23. 施工に課題があったとのことですが、問題があった施工方法をどうやって正していくかというのが課題なのではないのでしょうか。

有識者委員会において確認されたとおり、特殊な地盤条件下において、シールドカッターが回転不能になる閉塞を解除するために行った特別な作業に起因するシールドトンネルの施工が、陥没・空洞事故の要因と推定され、施工に課題が

あったとされたところです。

有識者委員会報告書で示された再発防止対策を受け、陥没・空洞の要因となった閉塞を生じさせないために、大泉側シールド及び中央 JCT ランプシールドでとりまとめた再発防止対策においては、閉塞をさせない、過剰な土砂取り込みを生じさせないために、

- ・事前の室内配合試験による、地盤条件に適した添加材の調整の実施
- ・チャンバー内の土圧のリアルタイム監視などによる掘削土砂性状の管理強化

- ・より厳しい管理値の設定、気泡材の重量を控除しない掘削土重量の管理、掘削土体積の理論値と実績値との比較をする等による排土管理の強化

などの対応を講じるとともに、万が一、閉塞が生じた場合には、工事を一時中断し、地盤状況を確認するために必要なボーリング調査等を実施することとしております。

24. 今回の陥没・空洞事故は、シールドトンネル工事の技術の限界なのでしょうか。それとも単なるミスなのでしょうか。

シールド工法は、多数の施工実績があり、地盤に応じて適切な形式で適切な施工を行えば安全に工事を遂行できる工法であり、国内ではこれまでも、東京湾アクアライン等において大規模なシールドトンネル工事が行われてきております。

今回の陥没・空洞事故については、有識者委員会において、特殊な地盤条件下において、シールドカッターが回転不能になる閉塞を解除するために行った特別な作業に起因するシールドトンネルの施工が、陥没・空洞事故の要因と推定され、施工に課題があったことが確認されたところです。

25. 客観的な専門家も交えながら今回の事故について住民と原因究明するべきではないでしょうか。

有識者委員会は、これまでも中立的な立場で外環事業に対する専門的な助言をいただいている「東京外環トンネル施工等検討委員会」から、有識者のみで構成する有識者委員会を立ち上げ、新たに地盤工学の 2 名の有識者に加わっていただき、検討が進められてまいりました。

具体的には、各委員は

- ・土木学会の地盤工学委員長、トンネル工学委員会及びシールド工法小委員会の相談役・専門委員

- ・応用地質学会の名誉会員

であるなど、トンネル工学、地質・水文学、地盤工学、施工法を専門とする各分野において、第一線で研究や実務にあたられており、有識者委員会では、これらの方々に、公正かつ中立に各々の専門的見地からご検討いただいております。

26. 東名側の北行トンネルは、施工の安全性を確認できてから工事を再開すべきではないでしょうか。

東名側のシールドトンネルの掘進の再開については、現段階で見通せる状況にはありません。

まずは、家屋補償など必要な補償を誠意を持って対応しつつ、工事により影響を受けた地盤の補修などを行ってまいります。

令和3年12月に国土交通省が設置した「シールドトンネル施工技術検討会」において「シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドライン」が策定され、これを踏まえて「再発防止対策及び地域の安全・安心を高める取り組み」について具体的な検討を進めてまいりましたが、東名側本線シールドトンネル工事については、今後事業者で検討を行った上で、東京外環トンネル施工等検討委員会で審議・確認を経て周辺住民の皆さまへ丁寧に説明をおこなってまいります。

事前に周辺の住民の皆さまへご説明することなく、シールドトンネルの掘進を再開することはございません。

27. 今後どのようなシナリオで東名側のシールドトンネルの工事再開まで進めていくつもりでしょうか。

東名側のシールドトンネルの掘進の再開については、現段階で見通せる状況にはありません。

まずは、家屋補償など必要な補償を誠意を持って対応しつつ、工事により影響を受けた地盤の補修などを行ってまいります。

東名側本線シールドトンネル工事の「再発防止対策及び地域の安全・安心を高める取り組み」は、これらの他トンネル工事の再発防止対策の適用等について検討していくこととしておりますが、まずは、地盤の補修等を優先した上で検討を行い、今後、東京外環トンネル施工等検討委員会で審議・確認を経て周辺住民の皆さまへ丁寧に説明を行ってまいります。

事前に周辺の住民の皆さまへご説明することなく、東名側本線シールドトンネルの掘進を再開することはございません。

28. 工事日誌は有識者委員会に見せているのでしょうか。見せているのであれば住民にも開示すべきではないでしょうか。

掘進管理に用いるデータを含め、原因究明に必要な資料につきましては、有識者委員会に確認していただいております。令和3年3月に公表された有識者委員会の報告書や参考資料にて公表しております。[\(こちら\)](#)

<その他補償>

29. 振動は地盤への影響だけでなく、低周波音など人体への被害もあるのではないのでしょうか。

低周波音被害等の健康被害に対する補償につきましては、個別に丁寧にお話を伺い、対応してまいります。

30. 土地の評価額が下がっていると思いますが、固定資産税の減免措置などはないのでしょうか。

固定資産税の減免等の措置について、事業者はお答えできる立場にありませんので申し訳ありませんが、調布市にお問い合わせください。

なお、対象地域に最も近い基準地価格について確認したところ令和2年7月時点（陥没前）と最新の令和3年7月時点で同価格となっております。

31. 将来、工事が終わって高速道路が供用した後に何か問題が生じた場合、誰がどう対応していただけるのでしょうか。

高速道路の供用後に、道路に起因する損傷が生じた場合には、道路管理者が適切に対応してまいります。