

国道26号橋梁下部工事再開に向けた 地元説明事例について（報告）

榎本 博行

近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所 和歌山国道維持出張所（〒640-8306 和歌山市出島33）

平成19年4月に発生した一般国道26号橋梁下部工事周辺地域における地下水等の噴出（以後「噴出」）は、工事との因果関係が認められたが、発生のメカニズムは非常に複雑なもので、これを予見することは難しいものであった。また、噴出直後から地元には「噴出の拡大」、「地盤沈下の発生」、「地下水被害の発生」、「補償を含めた対応」について不安の声があり、これらが解決した後、地元が同意の上で工事再開を行うよう、強い申し入れがあった。

本報告は、地元に対する説明性の向上として、幅広い地元対応ならびに分かり易い説明を行うため資料作成に工夫した事例として取りまとめる。

キーワード 地元説明，わかりやすい説明，幅広い対応，情報公開，地下水等噴出被害

1. 噴出発生経過

(1) 橋梁基礎工事の周辺で空気と地下水の噴出が発生

平成19年4月8日，国道26号紀の川大橋橋梁拡幅工事現場周辺の河川内において空気の噴出が発生した。

噴出の発生経過は以下のとおり。（図-1.1）

(a) 4月8日10時30分頃 施工箇所から約150m上流の河川

内(位置図)から空気が噴出。（写真-1.2.1）

(b) 4月11日11時30分頃 畑の井戸1箇所(位置図)から空気、水が噴出。（写真-1.2.2）

(c) 4月12日17時00分頃 畑の別井戸1箇所(位置図)から空気、水が噴出。

(d) 4月12日22時00分頃 住宅の床下(位置図)から空気、水が噴出。家屋に被害が発生。（写真-1.2.3）

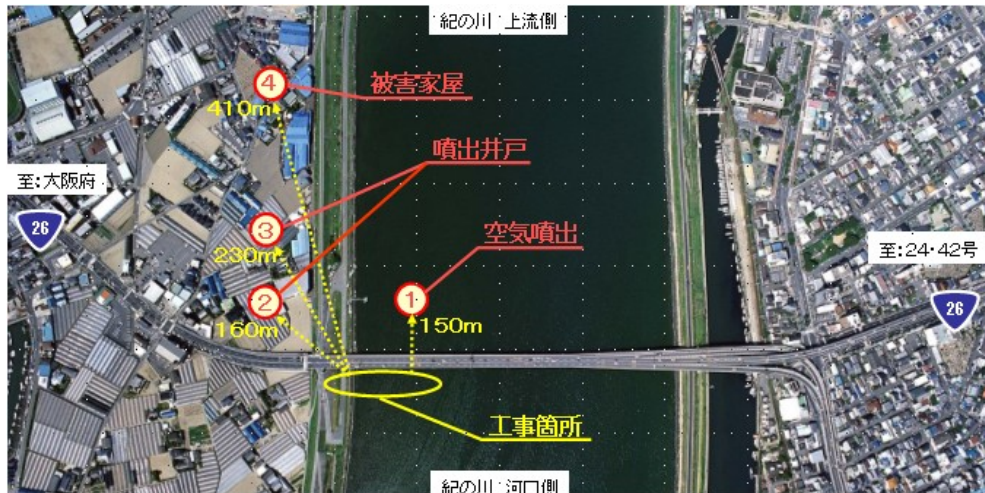


写真-1.2.1 河川内の噴出



写真-1.2.2 井戸の噴出



写真-1.2.3 住宅床下の噴出

(2) 近隣する橋梁工事を一時中止

噴出発生の際には国道26号交差点改良事業を実施中で、工事は紀の川大橋を約143mにわたり拡幅するため、橋脚の基礎3基（ニューマチックケーソン）を施工中であった。

噴出の発生に対しては、4月12日の時点で、井戸噴出の拡大ならびに住宅床下からの噴出による家屋の被害をみて、同工事が噴出の原因とは断定できないものの、関連は否定できない状況にあるため、周辺状況を含めて調査を開始するとともに、河川内における基礎工事を中止した。

2. 地元に対する説明性向上の取り組み

(1) 地元に対する説明と広報

噴出発生後は、「周辺に噴出の原因となる事象が他に無い事から、本工事に起因することが疑われること」、また、「噴出の原因調査は本工事において行うこと」を地元やマスメディアを通して明言するなど、持ちうる情報の提供に努めた。

(2) 原因究明などの取り組みと地元参加の取り組み

噴出の調査検討は、近畿地方整備局運用の防災ドクター制度を活用、そのアドバイスから有識者による「紀の川大橋橋梁拡幅工事周辺における地下水噴出に関する対策検討会」（以後「検討会」）を立ち上げ、その検討内容は記者発表や地元説明会などで公表した。

なお、噴出発生による課題は以下のとおりであった。

- (a) 被害を受けた床下噴出家屋（古井戸）および農業用井戸の復旧対策。
- (b) 周辺地域における地盤沈下、地盤変動発生の可能性について検証。
- (c) 地区の農業が地下水に依存するため、湧水量および水質(塩分)におよぶ影響。
- (d) 原因の究明と工事の安全対策。

また、地元に対する検討会の情報提供は、「検討会の透明性確保」にも配慮し、検討会に地元代表の傍聴参加をいただくなど幅広い地元対応を実施した。

3. 地元の不安に対する情報提供の取り組み

(1) 地元の不安と工事施工の疑問に対する説明の課題

周辺では、工事現場から半径1km圏内に農業利用を主とする井戸が500個以上も存在するなど、独特の地下水利用があったことから、地元には以下の不安があった。

- (a) 新たな井戸噴出の発生
- (b) 井戸水の枯渇や地下水の塩水化
- (c) 地下水の噴出に起因する地盤沈下の発生

被害拡大に対する地元の不安には、各種のモニタリングを実施し、結果を検討会に報告した。

さらに、工事はニューマチックケーソン工法を採用しており、「過度の圧力調整による漏気や漏気回収措置の不足は無かったのか」など、地元からは工事施工に対する不審の声があった。

このため、これら生活の不安と不審を取り除き、工事を再開のご理解を頂くため、噴出の発生メカニズムと再発防止対策を地元の目線に立って解りやすく説明することが課題となった。

(2) 地元への幅広い情報提供とフォローアップ

課題の解決に至るまでは、地元役員や関係者と幅広い情報交換を行い、積極的な情報の提供と同時に地元のご意見を継続的に集約した。

併行して行った地元代表の検討会傍聴は、その内容を知っていただくことで一定のご安心は頂いたものの、内容が専門的であるため、検討内容の全てをご理解いただく事は困難であった。

これらのフォローアップとして、最終（工事再開の合意）の説明会において解りやすく説明するために「模型等による発生メカニズムの説明」の取り組みを行うこととした。

4. 工事の再開に向けた地元説明会の開催

(1) 説明に対する地元要望と内容の考察

検討会により原因究明と再発防止策が示されたが、地元から「内容は専門的すぎる。不審を払うため、誰もが理解できる説明が必要。」との要望があり、これが工事再開の条件とされた。

説明の要所は、地元との継続的な情報交換から以下の点であると考察し、説明会に臨んだ。

- (a) 漏気に至るメカニズムは施工管理の不備が原因では無いこと
- (b) 工事施工箇所から400m以上離れた箇所まで噴出に至る透気経路
- (c) 水位上昇のみの井戸と噴出した井戸の違い

(2) ケーソン内の空気が漏気に至るメカニズムの説明

検討会において漏気の原因は、「掘削中のケーソンが粘土層から砂層に達した段階で、その圧力が作用し、調査用ボーリング孔を通じて掘削作業を行っていない隣接ケーソンに貫流が発生。隣接ケーソン掘削機械の水没を回避するためにとった圧力調整の結果発生したもの」と推測されたが、地元では「刃先の水位を保てば漏気しない。施工を急ぐあまり、過分の空気をケーソン内に送り込んだ結果、刃先から漏気が発生した人為ミスではないか。」との不審があった。

このため、漏気に至るメカニズムの説明には、施工管理状況から漏気の発生状況を模型実験により再現することで、専門知識が無くても視覚や感覚的に解るよう工夫した。

模型実験の概要は以下のとおりで、この説明手法により、不可避の圧力調整による漏気であり、刃先から漏気した人為的なミスではないことをご理解をいただいた。

a) 砂礫層における刃先管理状況の再現 (写真4.2.1)

砂礫層では、空気や地下水が地層内を通り易いため、刃先からの漏気防止に配慮。

写真は、刃先の水面高さを管理しつつ調圧する状況で、砂層に達した掘削中ケーソンを再現。

b) 粘土層における刃先管理状況の再現 (写真4.2.2)

粘土層では、空気や地下水が通り抜けにくいいため、函内は浸水しない場合がある。

写真は、無水状態で調圧する状況で、掘削を行っていない隣接ケーソンを再現。

c) 発生した地下水の進入状況の再現 (写真4.2.3)

写真は、地層内に函内よりも高圧の被圧地下水が介在し、函内に噴出が発生する状況を再現。

貫流による圧力伝搬が引き金となり、隣接ケーソンの調査用ボーリング後から被圧地下水が函内に噴出したと推察。

d) 水没を回避するための圧力調整による排水の再現 (写真4.2.4)

写真は、モニタ監視と調圧により被圧地下水の噴出抑制を再現。

e) 漏気発生時の再現 (写真4.2.5), (写真4.2.6)

写真は、不可避の地下水抑制措置中に刃先水位の管理をしつつも、漏気が発生した状況を再現。

実験では、刃先の水位を保持したまま漏気が発生。

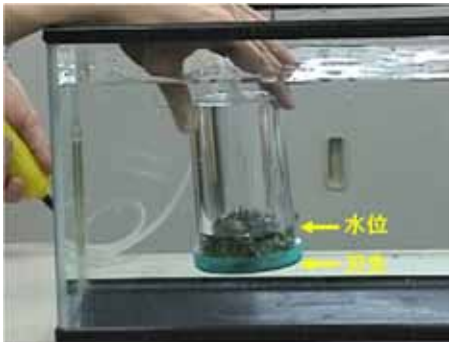


写真4.2.1 砂礫層のケーソン模型

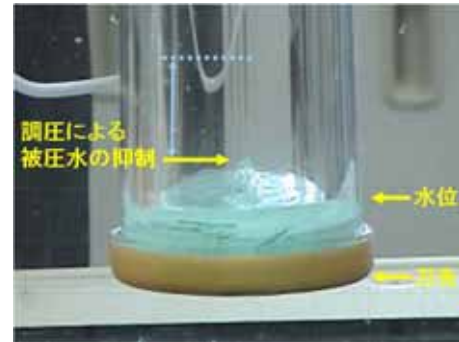


写真4.2.4 模型による圧力調整

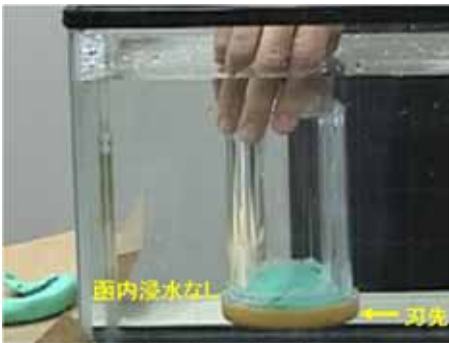


写真4.2.2 粘土層のケーソン模型



写真4.2.5 模型による漏気発生

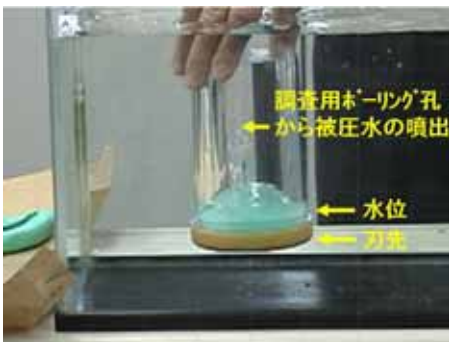


写真4.2.3 地下水進入の模型



写真4.2.6 模型による地中への漏気再現

(3) ケーソンから噴出現場までの透気経路の説明

透気経路は、「漏気した空気が傾斜した地層の尾根部を通り、粘土質層（シルトと細砂の互層）内部の比較的透水性の高い細砂の部分を選択的に移動し、粘土質層が不連続となる地点で上昇し、その付近にある井戸から噴出がおきたもの」と推測された。

透気経路は、地質や地層地形を解説するため、スライドのほか、新たに地形を立体化するモデルを作成し、傾斜した地層の尾根部を立体的に表現した。

また、透気地層も地質調査資料の実物や模型を用いるなど工夫した。

立体化モデルの概要は以下のとおりで、この説明手法により、工事箇所から400m以上離れた箇所でも噴出がつついた現象をご理解いただいた。

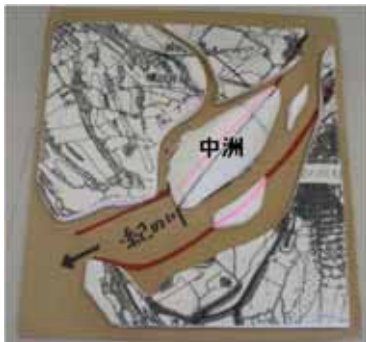


写真4.3.1 江戸期河道：江戸期、噴出が発生した経路には中洲があった。



写真4.3.2 現在河道：紀の川の改修により中洲の一部を撤去。河道となった。

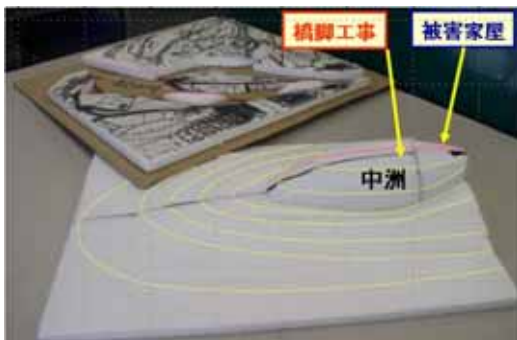


写真4.3.3 地下地層：地中の地層地形（中洲に沿った尾根と地層の傾斜）のパネル。

a) 紀の川平野の変遷と河川改修をパネル化
(写真4.3.1), (写真4.3.2), (写真4.3.3)

紀の川河口は堆積により、平野が形成されたもので、古くから中洲が形成されている。

写真は、河川改修によって形状が変更された状況をパネルで再現。

また、地表下の地層の傾斜と起伏をパネルで表現した。

b) 透気経路の形成状況をパネル化

(写真4.3.4), (写真4.3.5), (写真4.3.6)

写真は、透気経路の傾斜した地層の尾根部と粘土質層内部の比較的透水性の高い部分を立体化したモデル。



写真4.3.4 地層の傾斜：漏気は透水係数の高い地層に進入し、尾根を移動したと推察。

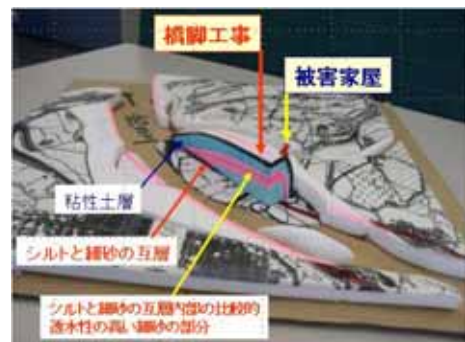


写真4.3.5 中洲の地層：地層地形の頂上（赤いピン）が床下噴出地点。また、点線部が比較的透水性が高い細砂。



写真4.3.6 中洲の地層：透気は移動しながら粘性土が不連続となる地点で上昇し、その付近の井戸から噴出と推察。

(4) 井戸から空気や泥水噴出のしくみの説明

被害井戸には空気の噴出や泥水の噴出・脈動があり、場所による被害の差が難解であった。

泥水の噴出は、地下に残った空気の上昇と膨張が起因するものと考えられるため、そのしくみを模型実験により再現し、動画化することで視覚や感覚的に解るよう工夫した。

噴出の仕組みを再現した動画の概要は以下のとおりで、この手法により、被害井戸で発生したメカニズムをご理解いただいた。

a) エアリフトのしくみ (写真4.4.1), (写真4.4.2)

水中に出た空気は滞留した後、上昇を始める。上昇に伴い影響する水圧が小さくなるため、空気は膨張する。

写真は、空気の上昇と膨張から発生する力が、圧力となり水を押し上げる状況をエアリフトするパイプの断面を変えて再現。

b) エアリフトによる井戸の水位上昇 (写真4.4.3)

写真は、被害を受けた井戸の条件に近づけたモデル。

粘土層下に空気が供給され滞留、粘土質層が不連続となる地点で空気が上昇し、その付近にある井戸から噴出がおき、井戸の水位が上昇した様子を再現。

空気による水位上昇は、「脈動」することが特徴。

c) 空気の膨張による圧力 (写真4.4.4), (写真4.4.5)

写真は、住宅床下噴出の条件に近づけたモデル。

床下の井戸は河砂利で埋められ、上部は土で閉塞されていた。また、その上に土間コンクリートを敷いていた。

モデルは、河砂利を金魚飼育用敷石、土を湿らせた新聞紙、土間コンクリートを料理用ラップで再現。

閉塞された井戸の直下に空気が滞留した場合、出口をもとめて上昇した空気は相当の圧力をもって開放されたものと推察。

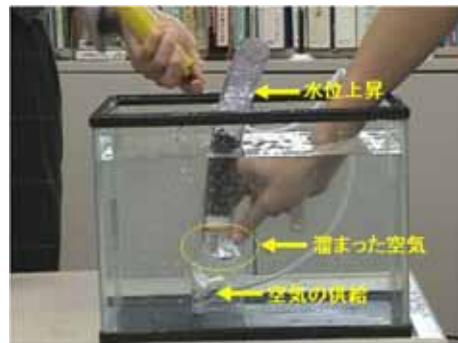


写真4.4.3 井戸の水位上昇：井戸の水位上昇：井戸で発生したブローと水位上昇をモデル化。



写真4.4.1 水の噴出：空気の上昇と、それに伴う膨張により発生する圧力をモデル化。



写真4.4.4 閉塞井戸の噴出：密閉した井戸に地下の空気が上昇・膨張した状況をモデル化。

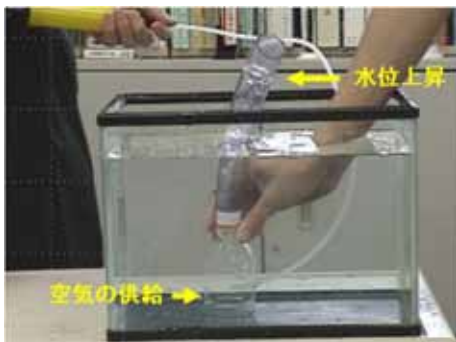


写真4.4.2 水位上昇：地層内（粘性土の下側）に溜まった空気は地下水を持ち上げながら、地表に開放される。



写真4.4.5 噴出後：地層地形の頂上に蓄積された空気が地表に噴出。通り道を得た空気は脈動しながら、全て開放されたものと推察。

(5) 説明に対する地元のご意見など

説明は、実験ビデオや模型などを用い、専門知識が無くても視覚や感覚的に解るよう工夫した説明を行った。

結果、「理屈は解らないが、何が起こったのかは解った」、「地元説明の取り組みなど、真摯な姿勢は解った」のご意見と「不可避の地下水抑制措置中に漏気が発生した」ことのご理解を得ることができた。

また、漏気発生再現ならび噴出の原因をご理解いただくことで、貫流防止と被圧地下水対策、刃先水位と圧力管理の厳密化ならびに漏気対策の安全措置と工事周辺モニタリングなど技術的な対応を行うことにより、再発を防止が可能なこともご理解いただき、これを確実に行うことを条件として、工事再着工の同意を頂くことができた。

(6) 地元説明の工夫について考察

発生後は、地元の方々と意志疎通を密にすることに努力し、地元説明にあたった。

説明者は技術職ではあるが地質や工法に対する深い専門知識はないところであり、先ず自らが原因と再発防止策を理解し、地元の方々と同じ目線で伝えようとした結果、模型などツールを使っただけの説明を行うこととし、その結果、工事再開の同意をいただくなどの効果があった。

模型の作製は、ホームセンターや生活雑貨品店において販売されている物やリサイクル品を使用するとともに、ビデオ作成を初めとする工具・ソフトも全て既存の物を使用したため、製作費は数千円であり自費製作の範囲にとどめることができた。

なお、模型による再現は地元の理解が得られたものの、専門的・学術的に証明したことにはなり得ないことが課題として残ったままとなっている。

5. さいごに

今回、地元の不安・不審を解消するために、説明性の向上が必要不可欠であるため、地元と同じ視線に立った情報提供と、わかりやすい説明に工夫した。

本報告は説明責任の観点から、これら地元との継続的な情報交換と、わかりやすい説明の取組を取りまとめることで、国民生活との距離をいかに詰めるかの事例報告とした。

また、本現場における、噴出のメカニズムは非常に複雑なものであり、予見し難いものであったが、今後は現場周辺の調査や地元からの情報収集をよりきめ細かく行うことで、工事の安全施工に努め、この経験を生かすこととしたい。

謝辞；報告の終わりに、噴出により直接の被害を受けた方々、ならびに地元の方々、さらには、地元の窓口として取りまとめを頂いた地区役員のご理解とご協力に対して敬意とともに感謝の意を表し、本報告の結びとする。