

鹿児島県鹿屋の防空壕陥没事故と土木工事との関連

藤井紀之¹⁾

1. はじめに

2008年1月29日, 鹿児島地方裁判所で一つの判決が言い渡された。これは, 2000年6月3日に, 鹿屋市笠之原で県道の拡幅工事中に発生した防空壕陥没事故で亡くなった女性の遺族が, 鹿児島県(事故の責任)と国(防空壕放置の責任)を相手に損害賠償を要求して起こした訴訟の判決で, 高野裕裁判長は原告側の主張をほぼ全面的に認め, 国と県に対し要求額に近い賠償支払いを命じた。これに対する被告側の態度が注目されたが, 2月12日, 国, 県ともに判決を受け入れたことで, 足かけ8年に及ぶ長い裁判は決着した。地下壕に関連する訴訟は少なくないが, 死亡事故の責任が全面的に行政側にあると認定された例は稀ではないかと思われる。

私は原告代理人に依頼されて, 2003年以来本件に関する技術的なご相談を受けてきたので, 出来るだけ客観的な視点に立って事故発生前後の経過と陥没原因について述べ, 地下空洞のもつ危険性について

大方のご一考をお願いすることとしたい。

2. 事故発生の経緯

陥没事故が発生したのは, 旧海軍航空隊鹿屋基地の飛行場跡の東側を走る県道上である(第1図)。鹿児島県では大隅縦貫道計画により, この県道を拡幅整備する予定であったが, 付近には旧海軍の地下壕や防空壕が多数残っていたため, 1998, 1999年度に空洞の有無を確認するための調査を実施した。その結果, 防空壕はすでに“埋塞”しているという結論に達し(鹿児島県, 2000), 2000年3月23日から道路建設にともなう水路構築工事と, 県道東側に接近する斜面を整備する盛土工事が開始された。事故が発生したのは, それから3ヶ月にもならない6月3日である。当日は, 前日に続き朝から激しい雨で, 降雨量は7:00~12:00の間に55mm, 12:00~16:00に106mmであり, 12:00から特に降雨が激しくなったことが分かる。当日の記録によれば, 監視員が11:40に通過した時に



第1図
陥没事故位置図(5万分1地形図「鹿屋」による)。

1) 元地質調査所 現藤井地質環境研究所

キーワード: 地下空洞, 陥没, シラス, 土木工事, 埋塞



写真1 事故直後の陥没状況 (2000年6月3日)。

は異常は認められず、12:48に道路の路肩に0.4m×1mの決壊を発見している。監視員は通行止めの措置を電話で指示した後、事故地点を車で通過した。そして12:58に通行者から陥没の通報があり、指示によって13:05現場に到着した作業員2名は、道路上の陥没の拡大を目視し、谷側での崩壊音を聞いている。被害者が軽トラックで通りかかったのは、丁度12:48から12:58までの僅か10分間のあいだのことになる。

3. 裁判の争点

翌日から捜索が開始されたが、陥没地を埋めた土砂の下から軽トラックと共に遺体が発見されたのは6月6日のことである。後述するように、この陥没は道路上と、隣接する谷側の2ヶ所で発生し、しかも稀に見る大規模なものであった(写真1, 写真2)。当然、事前調査の不足と土木工事との関連が指摘されたが、鹿兒島県は、鹿兒島大学および鹿兒島高専の各分野の教授5人の方を委員に委嘱して「笠之原道路災害検討委員会」を発足させ、その指導のもとに(財)土木研究センターに依頼して事故後調査を実施した。その報告内容は、「道路下の防空壕を“埋塞”していた土砂が、浸透した雨水により谷側の防空壕の坑口から流出して防空壕が空洞化し、陥没を引き起こした」と想定し、「陥没は、水が集中し易い地形・シラスやロームなどの軟弱な地質と豪雨、それに防空壕の存在が複合して発生した」と結論したものであった(土木研究センター, 2001)。鹿兒島県がこの報告をもとに、「事前調査は十分であった、陥没は予測困難であった」

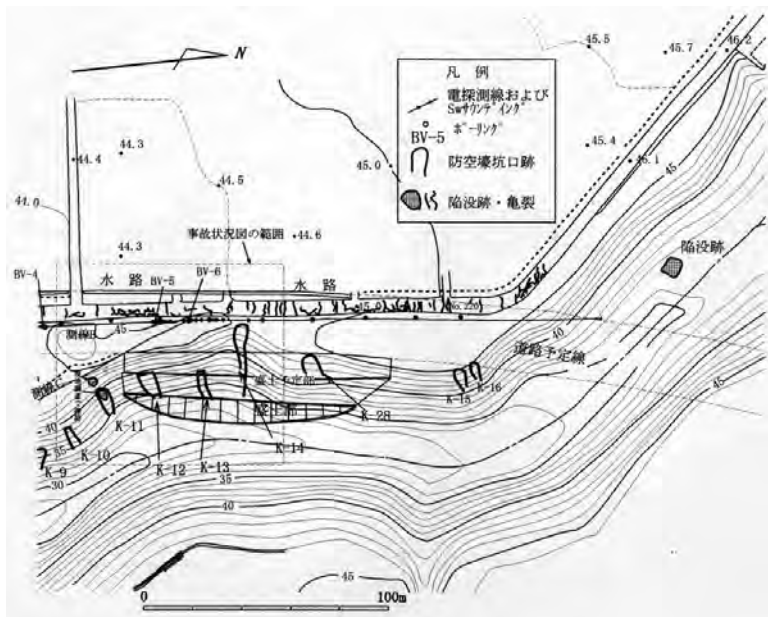


写真2 谷側の陥没地での捜索状況。

として賠償に応じなかったのが訴訟になった原因である。

2003年に私が初めて現地を訪れた時には、既に事故跡地はきれいに整地され、道路の建設も大部分終了していた。したがって私にやれたことは、上記の鹿兒島県(2000)、および土木研究センター(2001)の二つの報告書を中心に、双方の代理人から提出された準備書面の内容を検討し、鹿兒島県が主張するように、陥没事故は予測困難であったのかどうかを確かめることであった。その結果、上記二つの報告書には多くの矛盾や作為の結果が含まれており、実際には事故地点を中心に多くの防空壕が空洞のまま存在していたと判断された。私の見解は意見書として地裁に提出されたほか、2006年12月には証人として公判に出廷し、約3時間にわたって双方の代理人、更に裁判長からの質問に答えて、パワーポイントを使用して説明を行った。なおその前に、5人の委員の方に書面による尋問書が送られ、それぞれの回答書が返送されてきている。その中の道路工事と陥没事故との因果関係についての質問に対する答は、3人の方が無関係と断定、2人が不明というものであった。この点が重要な争点であることは言うまでもない。

第2図に、陥没発生直前の地形と事前調査で実施された内容を示したが、問題は防空壕が埋塞していると判断し得るだけの調査がなされたかどうかである。この図に見るように、事前調査で実施されたボーリングは3本に過ぎなかった。径66mmのボーリング3本で、幅2m以上、長さ30m以上の道路下の空洞が埋めつくされていると主張するのは余りにも乱暴な議論である。谷側で陥没した空洞については、1本のボ



第2図 陥没直前の地形と事前調査総括図。

ーリングも打っていない。しかもボーリングとスウェーデン式サウンディングでチェックした電探の測線は1本だけで、平面的な防空壕の拡がりについては全く調査を行っていない。

また事後調査では、「埋塞」^{注)}という最も重要な点について何ら検証を行わず、前述したように「埋塞土砂の流出による防空壕の空洞化と陥没」という奇術のような現象を推測して、陥没原因としている。ここでこれらの推論を一つ一つ検討するのは無意味であろう。高野裁判長が、「空洞がすべて埋塞していたと主張するには、調査は不十分である」(判決文p.45)、「事後調査の主張はたやすくは信用できない」(同p.47)として、被告側の主張を全面的にしりぞけたことで、この訴訟の争点は決着していると言える。

注)「埋塞」とは聞き慣れないまた誤解され易い表現である。鹿児島県(2000)では「空洞が自然に埋めつくされる」という意味で使用したようである。しかし実際には、洪水・陥没・空洞の残柱の崩潰など、何らかの原因がなくては地下の空洞が埋めつくされることはあり得ない。またその場合は必ず地表になんらかの証拠が残る。通常の対策工事では、充填・埋戻し・閉塞などの術語が使用される。

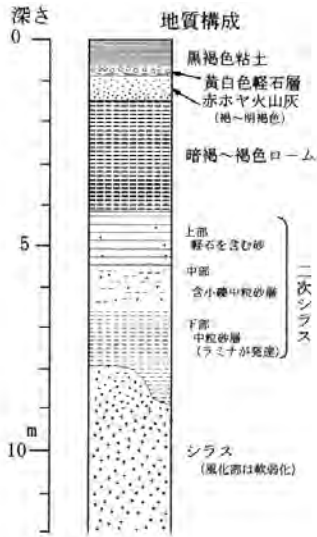
それでは実際の防空壕の状況はどのようであったか、土木工事は陥没にどのように関わったのかという点を中心に、不十分ではあるが私なりに検討した結果を述べる。なおここで使用する図および写真は、

大部分が上記二つの報告書をもとに編集・作成したもので、公判での尋問に対するお答えの説明用に使用したものである。

4. 防空壕の分布と陥没事故

4-1 防空壕の分布

この付近は鹿屋市でも最も防空壕跡が多い地域の一つで、第2図に示した9ヶ所を始め、南方約800mまで合計28ヶ所の防空壕坑口および坑口跡が断続して分布している。そのうち6ヶ所は入坑が可能で、東西、さらに南北に交差する坑道が確認されている。坑道の一部には部分崩落があり、奥で大きな陥没が発生し流入した陥没土砂が坑口まで達しているものもあった。なお坑口はいずれも地表および内部の坑底より1m以上高くなっていた。恐らく外からの雨水の流入を防ぐために土を盛ったものと思われる。坑口と台地上の標高差から見て、防空壕の土被りは15m以下で、10m程度のものも少なくない。また地下水面は防空壕より下位にあるので、壕内が水没している可能性はほとんどない。第3図に、陥没地点付近表層部の模式柱状図を示したが、最下部のシラスを除くと大部分がN値5以下の軟弱な土質である。したがって防空壕はすべてシラスの中を掘っている。しかしシラスも、新鮮なものは20以上のN値を有するが、



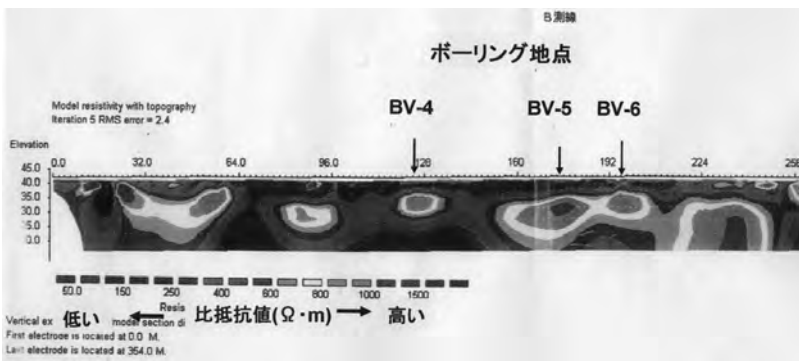
第3図 陥没地点付近の模式柱状図。

水の影響を受けると軟弱化し易い性質があることが知られている。事実ボーリング掘進時の貫入試験では、二次シラスと同様の5前後のN値が記録されている。

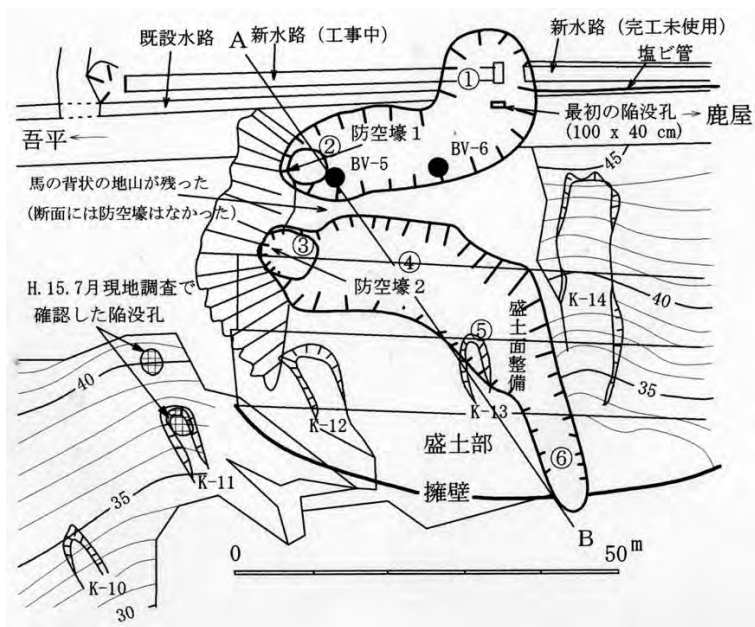
事前調査では、県道に沿って全長630mの測線(南からA測線:280m, B測線:350m)を設置し、2極法比抵抗調査を実施した。その結果探知した高比抵抗部はA測線6ヶ所B測線10カ所である。陥没地点を含むB測線の比抵抗映像解析結果を第4図に示した。一般に岩石の比抵抗値は間隙水の性質に大きく影響される。水のない空洞の場合は、比抵抗値は周囲の地層より著しく高いので、防空壕など浅い空洞の探査には電気探査はもっとも有効な方法の一つと言える。第4図に見られるような高比抵抗部は、分布および形状の点で防空壕による異常である可能性がある

と考えられた。その点を確認するために、鹿児島県では高比抵抗部についてスウェーデン式サウンディングによる調査を実施した。スウェーデン式サウンディングとは、先端にスパイラル部をつけたロッドの上部に重りを載せ、手でハンドルを回して地中にねじ込むもので、ハンドルの回転数で地盤の緩み状況を推定することができる。その結果、3ヶ所で自沈、5ヶ所で部分的な自沈が記録された。サウンディングの器械が自沈するのは、空洞に達したか、あるいは空洞に軟弱な土砂が堆積している場合が考えられた。

ただサウンディング調査は全て電探の測線上で行われ、測線の両側を含めた平面的な幅をもった調査は全く行われなかった。第2図に見るように、防空壕坑口跡に近い県道上では無数の亀裂が発生しており、地下で何らかの異常が起きていることを示唆していたにも拘わらず、その後の調査では全く無視されてしまっている。また1999年度の調査では、自沈地点6ヶ所でボーリングを行う計画があったようであるが、実際にボーリングが実施されたのはB測線の3ヶ所だけである(第4図)。そのうちBV-5では、深度7.1~10.3mでローム混じりのコアが採取されたが、「ロームは何らかの理由で混入した」とし、「防空壕が存在した痕跡はあるが、直上に二次シラスなど不安定な堆積物が分布することを考慮すると、防空壕は既に埋塞していると判断される」として、確認ボーリングも行わなかった。実際にはBV-5は陥没した防空壕の端を掘削したもので、もし測線の両側に2m程度の間隔をあけて確認ボーリングを行えば、空洞状態の防空壕を捕捉していたと思われる。またA測線では、3ヶ所のボーリングを急に中止して深度10mのテストピットを掘削しているが、奇妙なことに電探の異常とは無関係の所で実施している。もしこれを陥没地点付近で実施すれば



第4図 比抵抗映像法解析結果とボーリング位置。



第5図
陥没後の状況図 (数字は発見物の位置)。
①コンクリートブロック2個
②軽トラック
③軽トラック荷台の一部
④フロアシート
⑤コンクリートブロック4個
⑥フロントガラス破片

空洞を発見した可能性がきわめて大きい。このような経過を見ると、事前調査では空洞の可能性があっても積極的に確認しようとしなかったと考えざるを得ない。

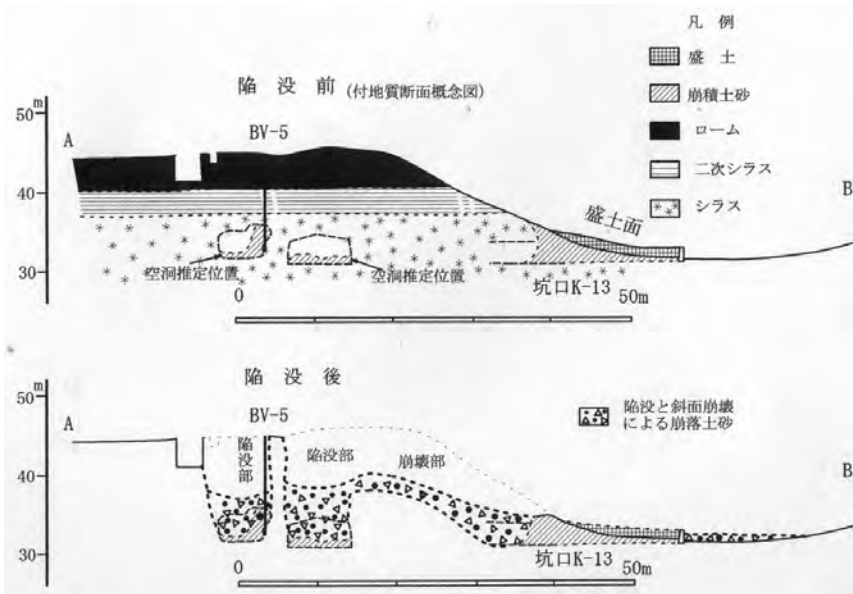
4-2 陥没発生後の状況

第5図は土木研究センター(2001)の地形状況図を簡略化し、水路工事の説明などを加えて編集したものである。原図が作成されたのは、遭難者の発見後、復旧工事が始まった頃と思われる。したがってこの図に添えられた記載事項は、当時の状況を忠実に伝えていると考えられる。この図で特に注目されるのは、次の諸点である。

- ① 二つの陥没地の間には馬の背状の地山が残り、その断面には防空壕は無かった。
- ② 2ヶ所の陥没地それぞれの端で防空壕が発見された。どちらの防空壕も、陥没した土砂や地層塊で文字通り埋塞されていた。その詳細な状況は後述する。
- ③ 二つの防空壕は、西と東から掘進して屈曲し、ほぼ平行するように南へ向かって掘削されていた。谷側の陥没跡から見て、防空壕2は坑口跡K-13から掘進したものと考えられる。
- ④ 道路側の防空壕1は幅2.8m、高さ2.5mで、道路から天盤までの深さは約9.4mである。また谷側の

防空壕2は幅2.5m、高さ3.9mで、土被りは約10mであった。防空壕2の坑底の水準は30.5mで、防空壕1の坑底はそれより1m高い。

- ⑤ 防空壕1の陥没跡は、幅10m、延長35mで、深さは最大10mである。防空壕2の崩落跡は、延長55m、最大幅約14mで、谷へ流出する所では約5mと狭くなっている。深さは最大11mである。また唯一の坑口跡K-13から崩落土砂が流出した痕は記録されていない。
- ⑥ 水路工事は、最初の陥没孔付近を境界として、吾平側の第2工区と鹿屋側の第3工区に分けて行われていた。事故発生時、第3工区では旧水路の撤去と新水路の構築が完了していたが、まだ新水路は使用していなかった。そのため、旧水路の位置に径30cmの塩ビ管が設置され、第2工区の旧水路に排水していた。第2工区の水路工事はコンクリートの床打ちが終わったところで、水が流入しないよう入り口にはコンクリートブロックが置かれていた。そのため事故の当日は勿論、雨量が塩ビ管と旧水路の許容量を越えた時には陥没地付近に水が溢れ、畑地まで冠水することがしばしばあったという。
- ⑦ 搜索時に発見された物の記録を○数字で示した。遭難車は防空壕1の奥で発見されたが、フロアシート、フロントガラスの破片など軽い装備品が谷



第6図
陥没前後の断面図。

側の陥没地で発見された。コンクリートブロックは原図の記載をそのまま示した。

事後調査では、2ヶ所の陥没がほぼ同時に発生したことから、2つの防空壕はどこかでつながっていたと即断し、坑口からの埋塞土砂の流出→空洞化→陥没、という複雑な推論を行ったが、上記の①および⑤の記述とは明らかに矛盾している。埋塞という事前調査の結論にこだわったために、このような矛盾した推論を導き出したものと思われる。もともと空洞であった防空壕が陥没したと考える方がはるかに自然で、状況図の記載とも一致する。

第6図は、第5図のボーリングBV-5と坑口跡K-13を結んで作成した断面図で、陥没前後の状況を推定したものである。前述したように、確認ボーリングを実施していれば空洞のままの防空壕を探知できたと思われる。その他注目されるのは、防空壕2の坑口と推定されるK-13の状況で、坑口はもともと閉塞されていた上、盛土工事が実施されていた。したがって陥没土砂の大部分は坑内へ流入し、崩落土砂の一部が坑口の北の盛土部を崩して谷へ流出したと考えられる。

5. 陥没過程に関する考察

今回の陥没事故原因の検討にあたって幸いだったのは、第5図のような状況図が残されていたこと、お

よび発見された防空壕跡に陥没土砂が堆積した状況が詳細なスケッチとして記録されていたことである。第7図と第8図は、土木研究センター(2001)の図に加筆して、堆積物の種類・堆積状況を分かり易く示したものである。以下、スケッチをもとに、2つの防空壕の陥没過程を考察する。

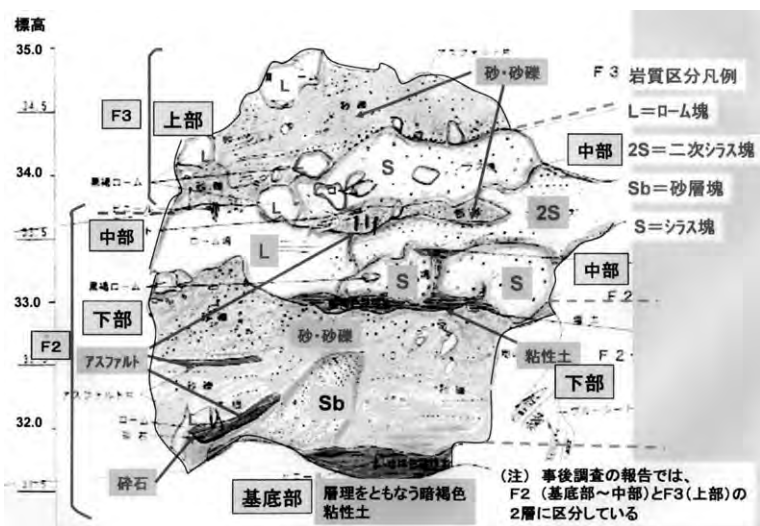
5-1 防空壕1の陥没過程

(1) 堆積物に関する考察

防空壕1の堆積物は基底部・下部・中部および上部の4層に区分できる(第7図)。なお土木研究センター(2001)では、基底部から中部までをF-2として一括し、後述する防空壕2の主要部の下部3分の2程度と対比している。この区分では、スケッチに示された堆積物と堆積相の変化をどう解釈するのか、なんら納得できる説明は与えられていない。

基底部を構成する粘性土は層理が明瞭で、局部的に堆積した古い堆積物と思われる。厚さは30cm以下で、堆積時期は不明である。

下部層は、砂・砂礫など比較的細かい堆積物からなり、部分的に層理が認められる。また下底近くに砂層塊・アスファルト片(碎石を伴う)などが堆積し、最上部に粘性土の薄層が分布する。アスファルト片など道路材の落下は、局部的な陥没の結果と推定されるが、その後砂・砂礫の堆積が続く。層理が見られるこ



第7図
防空壕1のスケッチ。

とは、下部層が比較的ゆっくり堆積したことを示している。また下部層最上部に粘性土の薄層が分布することは、一時的に坑内の流れが止まり、浮遊していた粘土が沈積したことを意味している。下部層の厚さは1.5m前後で、陥没地だけでなく、南方に続く空洞内の広い範囲にわたって、その高さの半ば近くを埋めて堆積したと推定される。

中部層は、最大径1.5mに及ぶ大小の地層塊によって特徴付けられる。明らかに大陥没の発生による堆積物であり、最初に直上のシラスやその上のローム塊が落下し、下部層最上部の粘性土は押し潰され、絞り出された状況が認められる。次いで若干の砂が堆積した後、再びシラス・二次シラスなど、ローム層より下位の地層の塊が落下している。これは防空壕直上の陥没が拡大して、周縁部の地層が落下したためと思われる。これらの巨大な地層塊が落下位置から移動したとは考えられないので、陥没地の空洞は、急速に埋められたと推定される。

上部層は砂・砂礫・ローム層の小塊からなる。防空壕の奥へ通じる空隙はすでに高さ1m以下に狭まっており、上部層の急速な堆積によって、空隙は短時間でほぼ閉塞されたと思われる。

(2) 陥没過程の考察

正確な時間は不明であるが、防空壕1の陥没のきっかけになったのは路肩で発生した陥没孔からの雨水の流入であろう。恐らく大量の雨水が激しく流入したため、すでに劣化していた坑壁の二次シラスやシラ

スが削られて壕内に堆積したものと推定される。下部層の堆積は防空壕の半ばを埋めて、奥深くまで広がった可能性がある。そして降雨が一時中断した時に、懸濁していた粘土分が粘性土として堆積した。やがてまた雨が激しくなり、長時間削剥され続けた坑壁が天盤を支えきれなくなり、大陥没が発生したと思われる。

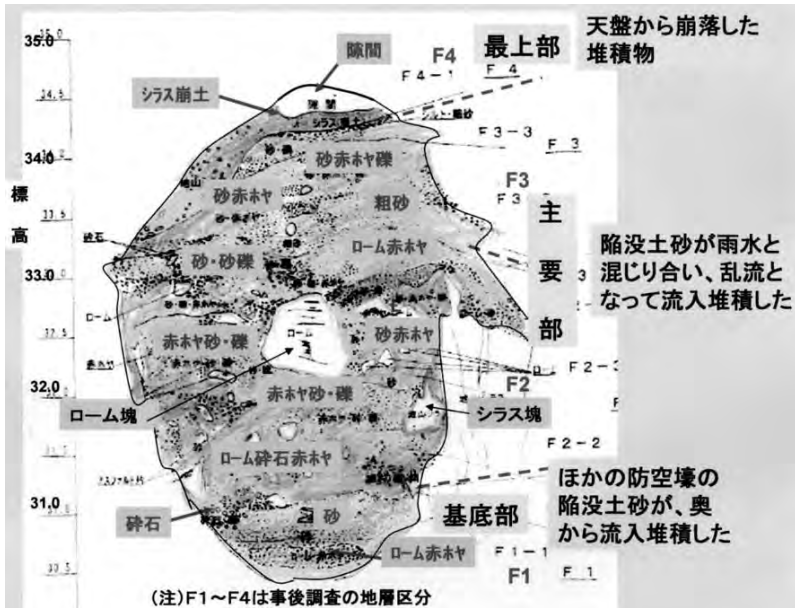
すでに半ばまで埋められていた防空壕は、大陥没の発生で残されていた空隙が短時間で埋めつくされた。そのため崩落した陥没土砂は一時的に行き場を失い、豪雨と混じり合って乱流となり、陥没地の中で渦巻いていたと思われる。軽トラックの軽量の装備品などが谷側の陥没地で発見されたのは、上部層堆積後、溢れ出した乱流と共に、道路を越えて運ばれたと考えることによって説明出来る。

5-2 防空壕2の陥没過程

(1) 堆積物に関する考察

第8図に示すように、防空壕2の堆積物は防空壕1とは全く異なっている。また地層区分も余り明瞭ではない。ここでは下位から、基底部、主要部および上部の3つに区分した。

基底部は、成層した砂を主とし、厚さは約60cmである。下底近くにローム・赤ホヤの層が挟んでいる。主要部は、ローム・赤ホヤ・砂・砂礫などが密雑に入り混じった堆積物からなり、若干の地層塊をともなう。また一部に層理を示す部分もある。地層塊の大部分は径10cm前後のもので、1個だけ約70cmの口



第8図
防空壕2のスケッチ。

ローム塊があるが、これは例外的である。最上部はシラスの崩土で、厚さは50cm前後で一定していない。また天盤との間に僅かながら空隙が残されていた。

(2) 陥没過程の考察

防空壕2の基底部は成層しており、今回の陥没よりかなり前の堆積物であろう。またK-13の上の斜面には陥没跡が無いことから、坑口とは反対の奥の方から流れてきて堆積したものと思われる。ローム・赤ホヤが含まれていることから、他の防空壕(例えばK-11)で陥没が発生した時に、崩落した土砂がこの壕内に流入・堆積した可能性が大きい。

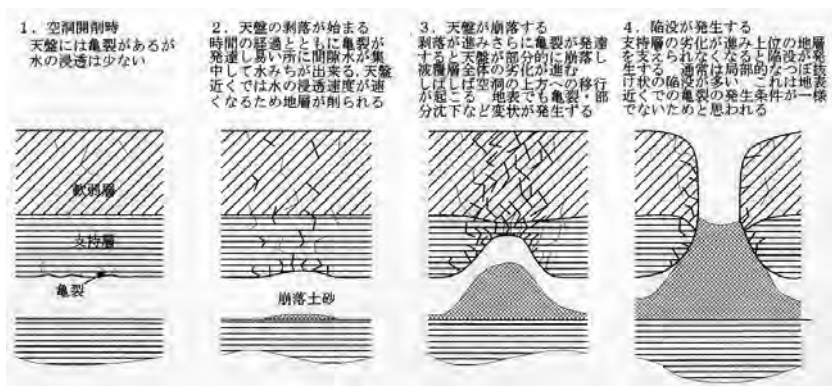
主要部は、下から上まで、赤ホヤ・砂・礫などが不規則に混じり合って堆積している。最初の陥没はスケッチ地点より坑口に近い所であるが、ローム・赤ホヤなど上位の地層の物質を大量に含むことから、第6図に示す斜面の比較的上部で発生したと思われる。そして坑口が閉塞されていたために、崩落した土砂は雨水と混じり合い、乱流となって壕内に流入・堆積した。スケッチ面の右側と左側で堆積物が異なる場合があり、何回かにわたって流入・堆積が繰り返された可能性がある。陥没が次第に奥へ進んでスケッチ地点近くまで広がった時に壕内への土砂の流入が止まり、僅かに残った空隙に天盤のシラスが崩落したと推定される。

6. 陥没の原因

前章で詳述したように、防空壕1と防空壕2の陥没過程は全く異なっている。さらに陥没地が近接しているにも関わらず、中間に馬の背状の地山が残り、その断面には防空壕は無かったことが確かめられている。2つの陥没は、時間的にはほぼ同時であるが、全く別々に発生したと考えられる。陥没の原因が、空洞のまま放置された防空壕にあることは言うまでもない。そして豪雨がそのきっかけとなったことも明らかである。さらに注目されるのは、道路工事が開始されて2ヶ月余りに後に事故が発生したことである。ここでは、2ヶ所の陥没地での道路工事の進展状況を述べ、陥没との関連性を考察する。

6-1 防空壕1の場合

水路工事は次の2点で、防空壕の劣化を促進した。一つは深さ3mに達する新水路の掘削である。この工事により、防空壕1の土被りは一部では6.4m以下と薄くなり、掘削に伴って生じた新しい亀裂からの水の浸透が促進され、天盤や坑壁の劣化が急速に進んだ。他の一つは、新水路が完成するまで径30cmの塩ビ管を使って旧水路に排水するという、降雨量を無視した措置がとられていたことである(第5図)。そのため雨量が塩ビ管と旧水路の許容量を超えた時は、



第9図
空洞の陥没過程を想定した
模式図。

この工区境界付近でしばしば水が溢れて畑まで冠水する状態であった。最初の陥没孔がちょうど工区境界付近に発生したのは偶然とは思われない。

6-2 防空壕2の場合

防空壕2はK-13の延長部分である。K-13の坑口は閉塞されており、さらに付近の谷を中心に、幅約100mの範囲にわたって盛土工事が開始されていた。第2図に示すように、盛土部の最下部は標高31.5m、最上部は45mで、3段に分けて盛土される計画であった。事故発生時には、斜面の樹木伐採・盛土面の整形を終了し、下段の盛土工事(高さ約3.5m)も完了していた(第6図)。

この空洞は土被りが最大10mであるから、斜面の部分ではさらに浅くなっている。しかもこの斜面には雑木林が密生していたのを伐採し、根引きを行って盛土面の整備を行っている。もともと軟弱な地盤の下の浅い空洞であるから、密生した樹木がなければ既に陥没していた可能性がある。現に2003年の現地立合の際、私達はK-11坑口跡の上部で2ヶ所の陥没孔を確認した。また隣接するK-14の長い坑口跡は恐らく陥没溝であろう。

防空壕2の陥没は、盛土工事にともなう樹木の伐採と根引きにより地盤がゆるみ、新たに生じた多数の亀裂から雨水が浸透し、空洞の劣化が急速に進んだためと考えられる。隣接するK-12などに異常がなかったことから、K-13の陥没が盛土面整備工事と関係があることは明らかである。

防空壕2の周縁部は、陥没が空洞に沿って進行するに伴い徐々に崩落したと考えられる。そして崩落土砂の圧力で一部の盛土部が崩壊し、土砂が谷へ流

出した頃崩落が終わった可能性がある。作業員が聞いた谷側の崩壊音はこの時の音と思われる。防空壕内の乱流土砂の堆積が突然終わったのも、崩落土砂の圧力が消滅したためとすれば説明出来る。

7. 陥没し易い空洞の条件

陥没を起こし易い空洞の条件についてはいろいろな角度から検討されている(川本, 2003など)。特に重要と考えられたのは被覆層の厚さと強度である。亜炭空洞などの陥没例では、深度20m以内、特に15mまでの深さの場合が大部分である。また被覆層の強度が大きくかつ厚ければ陥没は発生し難い。もう一つの要素は空洞の経年変化である。統計的には、掘削したばかりの空洞が陥没することは稀で、年数の経過とともに陥没件数が多くなり、やがて終焉する(江崎, 2003)。これは時間とともに空洞の劣化が進むためと考えられている。また空洞が水没している場合は水のない空洞より陥没するのが遅くなる。

空洞の劣化に大きな影響があるのは、地表から浸透する水の作用と思われる(藤井, 2008)。浸透水は、鉱物の粒子間空隙、亀裂、地層の層理面、断層破砕帯など、さまざまな空隙を通じて地表から下方へ移動する。その速度は地盤の透水係数や空隙の有無によって変わるが、空洞の存在も浸透速度を支配する重要な要素である。空洞に入れば浸透水は自由水になるので、空洞に近くなると水の浸透速度は急激に早くなると考えられる。したがって天盤の近くでは水みちが生成され易い。そして年月の経過とともに水みちのまわりの地盤が削られ、空洞の天盤や坑壁表面の剥離がすすみ、劣化をもたらすと考えられる。常温

で、pH7前後の地下水が地盤に化学変化をもたらすには長い地質学的時間が必要であり、劣化をもたらす主要な要因は物理的な浸食である可能性が大きい。第9図は、水のない浅い空洞が劣化して陥没に至る過程を想定して模式的に示したものである。

このような過程は亀裂が発達し易い所で進行する。しかし地表の条件(地形、植生、建築物、破碎帯などの地質条件等)は場所によって異なるため、空洞の劣化が一樣に進むとは考えられない。つぼ抜けと呼ばれる局所的な陥没が多いのは、そのためと思われる。また土木工事は当然地盤の改変を行うものであり、特に次の3点は地下空洞の陥没に密接な関係がある。

- ① 切土により空洞の土被りが薄くなる。
- ② 打撃・振動・掘削などにより、被覆層中に新しい緩みや亀裂を発生させる。
- ③ 特に樹木の伐採と根引きは、緩みや亀裂の発生に大きな影響がある。

本件の陥没は、道路工事に密接に関連して発生したと考えるのが妥当であろう。

8. あとがき

東海地方に広く分布する垂炭採掘跡地での土地造成事業ではしばしば陥没が発生し、その予防のために名古屋通商産業局が主導して空洞充填工法が開発されたことはすでに本誌でご紹介した(藤井, 2002)。しかし陥没過程の具体例はほとんど記録されていない。ここでご紹介した事例は、その意味でも貴重な情報ではないかと思われる。

公共工事に伴う調査は、基本的に工事を円滑に実施するために行われるものであり、調査担当者は持っている技術力を活用して可能な限り要望に添うよう努める義務がある。ただやむを得ない事情で、あらかじめある結論を期待して調査を依頼される場合もあるように思われる。それがあべき結論に近いものであれば問題は少ない。しかし本件のように一つ問

違えば人命にも関わりかねない問題の場合、そのような予断を持った調査は許されないことであろう。

本件の二つの調査報告書を読んで、私は政策調査の影響の大きさが身にしみて理解できたように思われる。何故なら完成した道路の下には、防空壕が空洞のまま残っている可能性が大きいのである。しかも事後調査には、社会的に広く信頼されている大学や高専の教授の方々が承認を与えている。これでは誰でも異論を扶むことすら躊躇するのではなからうか。この難しい裁判の原告代理人として、粘り強く、適切な論述を重ねて、全面的な勝訴をかちとられた山口政幸、野平康博両弁護士のご努力に、心から敬意を表する。

最後にこの裁判での私の立場についてお断りしておきたい。この業務をお引き受けした時、私は日本充てん協会副会長の職にあった。しかし協会としてこのような裁判に関わることは出来ないので、全て私個人の技術士事務所として対応して来た。私の勝手な行動にご理解を賜った川本眺万会長(現充填技術センター理事長)に、この機会に深謝の意を表する次第である。

文 献

- 土木研究センター(2001): 県単道路整備調査委託報告書(笠之原道路災害検討委員会)。81p.
- 江崎哲郎(2003): 浅所陥没とその対策。日本充てん協会誌「充てん」No.43, p.1-8.
- 藤井紀之(2002): 東海地方で開発された地下空洞の調査と充填工法。地質ニュース, No.575, p.62-69.
- 藤井紀之(2008): 陥没し易い空洞の条件-とくに土木工事との関係について; 充填技術センター第2回懇話会講演要旨, www.juten-tc.com
- 鹿兒島県(2000): 県単道路整備調査委託報告書(鹿屋市笠之原地区)。75p.
- 川本眺万(2003): 浅い地下空洞による地盤沈下および浅所陥没について。日本充てん協会, 66p.

FUJII Noriyuki (2008): Collapse of some underground cavities, possibly caused by road-construction work, at Kanoya, Kagoshima pref.

<受付: 2008年3月27日>