

平成30年4月25日  
九州地方整備局  
熊本河川国道事務所

熊本管内における道路の路面下空洞調査技術の  
検討結果について

- 九州地方整備局熊本河川国道事務所は、熊本地震が路面に及ぼす影響を把握するため、平成28年度に民間会社2社に業務を委託し、管内の路面下空洞調査を実施しました。
- 調査結果を精査したところ、調査区間1kmあたりに発見された空洞数が2社に差異があることが確認されたので、当事務所では、路面下空洞の調査方法や分析手法について、専門家による第三者委員会「熊本管内路面下空洞検証委員会」を設置し検証しました。
- このたび、検証結果がまとまりましたので公表いたします。

【問合せ先】

九州地方整備局 熊本河川国道事務所 道路副所長 こばやし ひでのり  
小林 秀典

道路管理第二課長 すわぞの かずひこ  
諏訪 和彦

TEL : 096-382-1111 (代表)

## 熊本管内路面下空洞検証委員会 報告

### 1 概要

国土交通省熊本河川国道事務所は、平成28年4月の熊本地震に伴い熊本河川国道事務所が管理する国道において、路面陥没・路面沈下が多数発生したことから、路面下空洞探査及び地質調査を実施することで、路面陥没・路面沈下と地下埋設物及び液状化等の地盤変動との関連性を検証し、必要に応じて適切な対策工法の選定等を行うことを目的に、平成28年9月16日に川崎地質株式会社九州支社(以下「川崎地質(株)」という。)と「平成28年度熊本管内路面下空洞対策検討業務」(以下、「当該業務」という。)について契約を締結した。

川崎地質(株)は業務履行に必要な調査及び検討を実施し、車線長145kmを調査し一次調査による空洞可能性箇所66箇所、二次調査(詳細調査)により2箇所の空洞を発見したと、熊本河川国道事務所に報告した。

しかし、当該業務で報告された調査区間1kmあたりに発見された空洞数(0.014箇所/km)について、同時期に実施された隣接区間における空洞調査業務の結果(0.235箇所/km)と比較して大きく差異があることが確認された。

また、隣接区間における業務を実施した他の企業(以下、「A社」という。)が、熊本河川国道事務所の了承を得て自主的に川崎地質(株)の調査区間の一部(車線長73km)において同様の一次調査を実施したところ、新たに50箇所以上の空洞の存在について指摘がなされた。

これを受けて、平成29年8月に熊本河川国道事務所は、九州技術事務所が発注する平成29年度九州管内路面下空洞調査業務において7箇所で見地検証を実施したところ、7箇所において空洞と考えられるデータが確認された。

この状況を受けて、熊本河川国道事務所は、路面下空洞の調査及び分析手法等について、専門家による第三者委員会を設立して技術的検証を進めていくことを目的として「熊本管内路面下空洞検証委員会」(以下、「検証委員会」という。)を設置し、以下のとおり検証を実施した。

### 2 検証経緯

現地検証①	平成29年 8月 8日(火)、9日(水) (発注者：九州技術事務所)(調査者：A社)
第1回委員会	平成29年 9月22日(金)
現地検証②	平成29年11月 2日(木)、7日(火) (調査者：川崎地質(株))
第2回委員会	平成29年12月26日(火)
第3回委員会	平成30年 4月12日(木)

### 3 検証委員

資料－1 検証委員会名簿 参照

### 4 検証結果(問題点・課題の整理)

第1回検証委員会において、空洞の現地検証を7箇所を実施することを決定した。7箇所は当該業務で川崎地質(株)の一次調査においては空洞の可能性がないと判断された箇所であったが、発注者側による現地検証の結果、空洞が存在する可能性を指摘された箇所である。

現地検証の結果、7箇所すべてにおいて空洞が確認されている。この調査結果について川崎地質(株)は第2回検証委員会において、次のように見解を説明している。

[川崎地質(株)の見解骨子]

- 1) 当該業務において報告すべき対象は路面下に存在するすべての空洞ではなく、あくまでも路面陥没等の発生が危惧され今後道路管理者の対応が必要と考えられる空洞を対象としており、原則的には一次調査の探査車探査能力から縦断規模 0.5m × 横断規模 0.5m × 空洞厚 0.1m 以上の規模を有する空洞（以下、「規定空洞」という。）であると認識している。
- 2) 一次調査のうち探査車により検出された全ての異常信号は206箇所であったが社内判定会議を経て二次調査が必要となる空洞の可能性の高い66箇所を抽出している。現地検証を実施した7箇所は、206箇所には該当していたが66箇所には抽出されていない。
- 3) 現地検証（二次調査）を実施した7箇所の評価については、次のとおり。

表－1 現地検証箇所一覧表 （※表中の結果はすべて川崎地質(株)の見解による）

異常信号番号	検証箇所名	距離標	一次調査 (H28.11)			現地検証(一次調査) (H29.10)			現地検証(二次調査 H29.11) (ハンディ型レーダ+CCDカメラ)			空洞サイズが規定サイズ以上
			縦 (m)	横 (m)	異常信号の有無	縦 (m)	横 (m)	異常信号の有無	縦 (m)	横 (m)	空洞厚 (m)	
(1)	A	57号下り第三車線 110.517KP	0.80	0.24	無	0.80	0.24	無	0.36	0.28	0.00～0.16	×
(2)	B	3号上り第二車線 190.689KP	1.40	0.48	無	1.40	0.48	無	0.70	0.75	0.05～0.20	×
(3)	C	3号下り第一車線 195.425KP	0.80	0.24	無	0.80	0.24	無	0.10	0.40	0.00～0.04	×
(4)	D	57号下り第三車線 110.631KP	2.00	0.48	無	2.20	0.96	有	2.25	1.55	0.31～0.69	○
(5)	E	57号下り右折レーン 112.565KP	1.20	0.24	無	1.20	0.72	有	1.11	0.89	0.055～0.335	×
(6)	F	3号上り第一車線 186.623KP	0.80	0.48	無	1.00	0.48	無	0.70	1.30	0.44	×
(7)	G	3号上り第二車線 192.149KP	1.30	0.48	無	1.30	0.72	有	0.89	0.42	0.00～0.25	×

(出典：川崎地質(株)提出資料を一部修正)

- 4) 現地検証を実施した7箇所について、3箇所(A, B, C)は一次調査結果の反応に変化がないため成長性はないものと評価するが、残る4箇所(D, E, F, G)については一次調査結果の反応に変化があるため成長性があるものと評価している。
- 5) 3) で規定空洞として評価された1箇所(D)については、4) の拡大成長した4箇所(D, E, F, G)に該当しており、業務期間中の調査以降に拡大成長したものとしていわゆる見落としではないと判断している。

以上の見解を踏まえ、検証委員会は当該業務の技術的検証を実施し、以下の4つの問題点・課題を確認した。

## 1) 当該業務の問題点・課題

### (1) 一次調査における空洞の判定に関する問題点・課題

当該業務は、路面陥没・路面沈下と地下埋設物及び液状化等の地盤変動との関連性を検証し、検証の結果、危険性の高い空洞に対し必要に応じて適切な対策工法の選定等を行うことを目的とする。そのため、路面陥没や路面沈下の原因となる空洞を検出することが重要であり、一次調査の結果を、判定会議に諮り、選定された箇所について二次調査を実施することとしている。

空洞対策検討業務を実施する企業の技術者の能力や空洞解析実績数により調査・分析能力にある程度の差異があることは回避できないことであり、業務成果に一定の品質を確保するためには受注者及び発注者はこのことを十分に踏まえて業務を実施しなければならない。

調査車両の調査能力が同等と仮定すれば、空洞調査において最も技術力が問われるのが一次調査結果の判定であり、判定方法には現時点では統一的なルールは定められていない。川崎地質(株)は「空洞判定実施方針(案)平成22年3月北陸技術事務所」を参考に下の4つのステップにて実施している。

#### [川崎地質(株)の判定方法の骨子]

- STEP 1) 異常信号の抽出 (技術者: 4名・個別)
- STEP 2) 異常信号の4項目評価 (技術者: 4名・合同)
- STEP 3) 空洞の可能性評価 (技術者: 2名・合同)
- STEP 4) 社内判定会議 (技術者: 7名・合同)

まずSTEP 1) で一次調査のデータから100m毎に探査記録紙を作成する。  
次にSTEP 2) においては、探査記録紙から異常信号を抽出し(206箇所)、抽出された各異常信号について4項目評価(①極性、②反射強度、③独立性、④形状)を実施する。

表－2 異常信号の抽出

項目	凡例		
①極性	○：正極性	△：不明瞭	×：負極性
②反射強度	○：周囲と比較して強い	△：周囲と変化なし	×：周囲より弱い
③独立性	○：あり		×：なし
④形状	○：双曲線状・くさび形状		×：左記以外

さらに、STEP 3)としてSTEP 2)の4項目評価の結果から空洞の可能性評価を実施する。この際、206箇所のうち過年度抽出されている空洞(4箇所)は、直ちに二次調査の対象とした。また、4項目のうち「○」が4個計上される場合(14箇所)も直ちに二次調査の対象とした。同様に「○」が2～3個計上される場合(133箇所)は、同社の社内判定会議を経て二次調査の対象(48箇所)と、棄却の対象(85箇所)に分類した。

さらに、「○」が1個以下の場合(55箇所)は直ちに棄却した。これらの結果、当該業務における二次調査の対象は66箇所と報告した。

表－3 空洞の可能性の評価

可能性	評価	着眼点評価項目	次の手順
大	○	○が4個	二次調査に進む
あり	△	○が2個～3個	社内判定会議結果に応じて二次調査に進む
小	×	○が1個以下	棄却

川崎地質(株)においては、空洞の可能性の高い異常信号について総合的な判断により評価することとしているが、そのうち、いずれか2項目以上に「○」が有る場合のみ判定を行っており、「○」が1項目以下の場合には可能性は小で棄却している。

ここで、同じく路面下空洞調査の他の業務における空洞の判定手法に着目してみると、関東地方整備局においてはすべての異常信号箇所が発注者が参加する空洞判定会議に報告されており、また、採用されている異常信号抽出基準においては、空洞評価を行う場合、①極性を空洞判定の最も重要な評価項目とし、「正極性」及び「不明瞭」の信号箇所はすべて空洞の可能性有り箇所として「一次調査で捉えた信号の判定の仕方」に則って整理しており、「負極性」の場合は空洞判定会議に報告はされるものの「非空洞」として整理されている。

一方、当該業務においては、川崎地質(株)の社内判定会議では①極性の項目の有無にかかわらず4項目を同等に評価しており、上記のとおり過年度抽出された空洞を除き「○」の個数で判定されている。この結果、①極性が「正極性」にもかかわらず二次調査対象として抽出されていない箇所が21箇所存在しており、また、①極性が「不明瞭」にも関わらず二次調査対象として選定されていない箇所が106箇所存在する。つまり、①極性が「正極性」又は「不明瞭」と評価された159箇所のうち二次調査対象として抽

出されたのは32箇所(約20%)のみであり、残る127箇所(約80%)は却下されている。

表-4 極性における判定について

極性の評価		抽出	却下	計	
「○」が1個のため棄却	極性が「○:正極性」	0	4	4 ( 2%)	
	極性が「△:不明瞭」	0	47	47 ( 23%)	
	極性が「×:負極性」	0	4	4 ( 2%)	
	小計	0	55	55 ( 27%)	
「○」が2~3個のため社内判定会議を経て二次調査対象を抽出	極性が「○:正極性」	5	17	22 ( 11%)	
	極性が「△:不明瞭」	9	59	68 ( 33%)	
	極性が「×:負極性」	34	9	43 ( 21%)	
	小計	48	85	133 ( 65%)	
「○」が4個のためすべて二次調査対象として抽出	極性が「○:正極性」	14	0	14 ( 7%)	
	極性が「△:不明瞭」	0	0	0 ( 0%)	
	極性が「×:負極性」	0	0	0 ( 0%)	
	小計	14	0	14 ( 7%)	
過年度の空洞調査の結果より二次調査対象として抽出		4	0	4 ( 2%)	
合 計		66 (32%)	140 (68%)	206 ( 100%)	
		極性が「○:正極性」	23	21	44 ( 21%)
		極性が「△:不明瞭」	9	106	115 ( 56%)
		極性が「×:負極性」	34	13	47 ( 23%)

他方、①極性が「負極性」にも関わらず二次調査の対象として選定されている箇所が34箇所存在しており、これは二次調査の対象66箇所のうち約52%を占めている。そこで、発注者より川崎地質(株)に対して以下のとおり質問したところ次のとおり回答があった。

表-5 川崎地質(株)への質問及び回答(その1)

Q1	負極性は空洞ではない異常信号なので、却下すべきではないか？ (二次調査に進むべきではない)
A1	当社チャープ信号は、パルス圧縮方式を採用しています。この場合、出力波形にサイドローブが生じるため、極性の判断が難しい場合が発生します。そのため、負極性の反応も抽出しております。(以下省略)
Q2	反応形態36パターンで×「負極性」としている反応パターン25、26は社内判定会議で却下せずに復活させている。理由は？
A2	当社レーダ装置が深い深度を把握するため、パワーを強くしている(波形のひずみが大い)。そのため、極性のみでは判断できない場合が存在するため、二次調査を実施した。

[川崎地質(株)の回答骨子]

負極性の取り扱いについては、「極性の判断が難しい場合が発生します。そのため、負極性の反応も抽出しております。また、当社レーダ装置が深い深度を把握するため、パワーを強くしている(波形のひずみが大い)。そのため、極性のみでは判断できない場合が存在するため、二次調査を実施した。」

川崎地質(株)は、二次調査の対象の抽出に係る①極性の取り扱いについては、特段の配慮が必要であることを述べている。このことは、当該業務が従来の路面

下空洞調査における探査深度1.5m程度ではなく探査深度3.0m程度という従来とは異なる条件において調査及び分析を実施するために生じた対応と推察されるが、このために①極性の判断が難しくなるのであれば寧ろ積極的に二次調査の対象として抽出すべきであったと考えられる。

なお、当該業務の一次調査データを関東地方整備局及び九州地方整備局の選定評価フロー等で再判定した結果、今回、現地検証を行った7箇所全てが空洞の可能性有箇所として抽出される。

川崎地質(株)は、北陸地方整備局の”空洞判定実施方針”に基づき実施した結果、「151箇所の異常反応を検出したが、多いと考え社内判定会議にて66箇所に絞り込んだ」と回答している。一方、当検証委員会の委員により、他地方整備局の選定評価フロー等により全ての異常信号を検出した結果、関東地方整備局では140箇所、九州地方整備局では130箇所となった。

したがって、一次調査により66箇所を検出したとする結果はあまりにも少なく、川崎地質(株)の社内判定会議における抽出課程に問題があると言える。

問題点を具体的に示すと、現地検証箇所のうち検証箇所B(3号上り第二車線190.689KP付近)は一次調査の結果、拡大成長反応は認められていないが、二次調査の結果による空洞規模は縦断規模0.70m、横断規模0.75mといずれも0.5mを上回っている。川崎地質(株)の見解として、当該箇所は縦断規模0.5m以上かつ横断規模0.5m以上という条件は満たしているが空洞厚0.1m以上が縦断規模で0.5m未満であるため空洞ではないと評価する箇所である。しかし、当該箇所では空洞厚0.1m以上の縦断規模は0.485mと推定されており規定空洞の縦断規模との差は0.015mと僅かなものであり、結果的に0.485m×0.75m×0.10～0.20mの空洞が業務期間中の一次調査の段階から存在していたと考えられる。また、業務期間中の一次調査及び平成29年度の再調査(H29.10に川崎地質(株)が現地調査7箇所を自主的に実施した一次調査)の4項目の評価結果は表-6のとおりである。

表-6 4項目の評価一覧

項目	評価	
	H28年度(業務期間中)	H29年度再調査
①極性	△:不明瞭	△:不明瞭
②反射強度	△:周囲と変化なし	△:周囲と変化なし
③独立性	×:なし	×:なし
④形状	○:双曲線状・くさび形状	○:双曲線状・くさび形状
評価	○が1個以下のため空洞の可能性は低いと判断	○が1個以下のため空洞の可能性は低いと判断

つまり、当該箇所は規定空洞に極めて近似する空洞規模を有する空洞でありながら、また、極性は「不明瞭」と評価されているにもかかわらず、川崎地質(株)が実施する判定では空洞の可能性が有る箇所として抽出されていない。

したがって、探査深度3.0m程度という当該業務の特殊性に十分に配慮した①極性の取り扱い等より積極的に二次調査の対象を抽出できる空洞の可能性評価を実施する必要があるにも関わらず具体的に対応できている状況ではなく、当該業務における川崎地質(株)の判定方法及び社内判定会議が十分な信頼性を有しているとは言えない。

## (2) 空洞の横断規模の計測に関する問題点・課題

判定基準の一つである空洞サイズについて、川崎地質(株)は0.5m×0.5m×0.1m以上の規模を有する規定空洞を抽出すべき空洞と認識して形状を評価している。この際、空洞の縦断方向は連続的にデータを抽出することができるが、横断方向については24cm間隔で配置された7本のセンサーの反応数により判定されているので、空洞の横断方向の長さについては24cmを単位量とした数値でしか認識することができない。

例えば1本のセンサーが反応した場合、想定される横断方向の長さ $X$ は $0\text{cm} < X < 48\text{cm}$ であり、同様に2本のセンサーが反応した場合は $24\text{cm} < X < 72\text{cm}$ となる。つまりセンサーが1本反応した場合も場合によっては規定空洞の横断方向長さ50cmに近似する値をとる可能性があり、また、センサーが2本反応した場合は規定空洞の横断方向の長さの約1.5倍に近似する値をとる可能性があり、横断方向の長さについては曖昧さを包含した測定方法が採用されており測定結果の精度にも一定の限界があることを前提として考える必要がある。

このような測定方法にもかかわらず、川崎地質(株)においては④形状の横断方向の長さについては、原則としてセンサーの反応が2本以下の場合は規定空洞の対象として抽出していないと述べているが、一部その他の項目を勘案して抽出する場合もあり判定が極めて曖昧である。

したがって、当該業務において川崎地質(株)が採用している判定方法では、路面陥没や路面沈下の原因となる可能性のある空洞についてはすべて二次調査を実施するという目標を十分に果たしているとは言いがたい。

## (3) 空洞の判定における空洞厚に関する問題点・課題

川崎地質(株)は現地検証の二次調査を実施した7箇所のうち2箇所については縦断規模と横断規模の両方が規定空洞のサイズ0.5m×0.5mを超えているにもかかわらず空洞ではないと主張している。その根拠として、2箇所については空洞厚が0.1m以上の区間の縦断又は横断規模が0.5m以下であることを主張している。

しかしながら、一次調査においては空洞厚を確認することができないにも関わらず、川崎地質(株)が自社の一次調査結果の判定の妥当性の疎明に空洞厚を用いていることは不適切である。また、検証箇所Bは空洞厚0.1m以上の横断規模は0.485mと計測されており規定空洞の横断規模との差は0.015mと僅かなものであり、また、検証箇所Eは空洞厚0.1m以上の横断規模は0.442mと計測されており規定空洞の横断規模との差は0.058mと僅かなものである。

したがって、両方とも縦断方向及び横断方向が0.5m以上であり4つの評価項目のうち、①極性が「不明瞭」であることが確認されているにもかかわらず二次調査の対象箇所として抽出されていない結果に鑑みると、川崎地質(株)の判定方法が十分な信頼性を有しているとは言いがたい。すなわち、川崎地質(株)の判定方法では、二次調査の対象箇



所を抽出できないことから不適切であると言わざるを得ない。

#### (4) 路面下空洞調査の業務運用に関する問題点・課題

非破壊試験として実施される路面下空洞調査については、当然一定の限界があることが前提であり、だからこそ調査を実施する者はできるだけ幅広く空洞のリスクに関する情報を抽出する必要がある、特に当該業務においては探査深度3.0m程度と従来とは異なる条件下で調査及び分析を実施することに鑑みればより積極的に空洞のリスクについて抽出して然るべきである。ただし、一方で発注者である道路管理者は限られた予算の中で幅広く抽出されたすべてのリスクを一斉に除去することは現実的に困難であるから、空洞対策についても一定の限界がある。

この矛盾する状況を少しでも解消するためには、できるだけ幅広く抽出した空洞リスクに関する情報を発注者と受注者ができるだけ多く共有するとともに、その対応の優先順位の検討と対応結果のフォローアップを一体的に実施することが重要である。

川崎地質(株)は、第2回検証委員会に提出した「平成28年度熊本管内路面下空洞対策検討業務」異常反応箇所に対する弊社見解(以下、「見解」という。)の「5. おわりに」において、「このような拡大成長する空洞は、1回の探査や確認調査で同定することは困難である。このため、時系列の既往調査結果を活用した成長度評価を確実に行うことが今後必要である。」と記載している。川崎地質(株)が主張するように空洞の拡大成長が常態的に発生するとするならば、空洞の成長のリスクを管理するためにも当該業務では空洞と同定しない異常信号箇所についても責任を持って発注者へ報告すべきである。

しかしながら、川崎地質(株)が当該業務期間中に発注者へ報告したのは二次調査対象として抽出された66箇所のみであり、その選定プロセスや一次調査における異常信号箇所206箇所(二次調査対象の66箇所を含む)の存在については、業務終了後、A社からの指摘を踏まえて発注者からの問い合わせにより初めて提出された。

したがって、社内判定会議のみで二次調査箇所を選定したことは、業務執行上の不備である。

なお、この観点からも、前記(3)の「空洞の厚さが0.015m足りないことから抽出を棄却した」との説明は不適切である。

表-7 川崎地質(株)への質問及び回答(その2)

Q3	H28業務の特記仕様書第19条路面下空洞調査(2)に「測定結果を分析し、全ての異常信号を検出するものとする。」と明記されていますが、今回提出頂いた206箇所が異常信号という認識でしょうか？ また、なぜ、成果では206箇所を提示しなかったのでしょうか？
A3	206箇所が全ての異常反応と考えていますが、業務では弊社なりに空洞の可能性が高い反応を判断した上で66箇所を絞って提示しました。 報告書内に成果として添付してありませんが、判定プロセスに沿った形式で反応を選定した画像資料は保管しており、必要に応じて提示することは可能であると共に業務成果品に追加資料として提出させて頂ければ幸いです。

## 2)川崎地質(株)の見解に対する検証委員会の意見

川崎地質(株)の第2回検証委員会における見解では、7箇所のうち検証箇所D、E、F及びGの4箇所については拡大反応はあるものの、「平成28年度熊本管内路面下空洞対策検討業務」(平成28年11月一次調査実施)では、空洞は存在していなかったと判断する。」と述べている。

この当該箇所は川崎地質(株)の見解に対して、検証委員会では前述した問題点・課題を踏まえて下記のとおり意見を述べる。

### (ア)検証箇所A(国道57号下り第三車線110.517KP)

検証箇所Aについて、川崎地質(株)は空洞領域は縦断及び横断長共に0.5m未満と判断され、一次調査評価の見落としではないものと判断されると主張している。

しかし、当該箇所の①極性については、「不明瞭」という結果を得ており、一次調査評価においては異常信号箇所として抽出し発注者に報告され、然るべき判断の上で二次調査の対象か否かを判断すべき箇所であると考えられ、川崎地質(株)が適切に業務を履行しているとは言えない。

### (イ)検証箇所B(国道3号上り第二車線190.689KP)

検証箇所Bについて、川崎地質(株)は空洞領域は縦断及び横断長共に0.5m以上を確認、しかしながら空洞厚0.1m以上の領域は縦断長0.5m未満と評価し、一次調査評価の見落としではないものと判断されると主張している。

しかし、P7(3)空洞の判定における空洞厚に関する問題点・課題で指摘したとおり、検証箇所Bは空洞厚0.1m以上の横断規模は0.485mと計測されており規定空洞の横断規模との差は0.015mと僅かなものである。

また、当該箇所の①極性については、「不明瞭」という結果を得ており、一次調査評価においては異常信号箇所として抽出し発注者に報告され、然るべき判断の上で二次調査の対象か否かを判断すべき箇所であると考えられ、川崎地質(株)が適切に業務を履行しているとは言えない。

### (ウ)検証箇所C(国道3号下り第一車線195.425KP)

検証箇所Cについて、川崎地質(株)は空洞領域は縦断及び横断長共に0.5m未満と判断され、一次調査評価の見落としではないものと判断されると主張している。

しかし、当該箇所の①極性については、「不明瞭」という結果を得ており、一次調査評価においては異常信号箇所として抽出し発注者に報告され、然るべき判断の上で二次調査の対象か否かを判断すべき箇所であると考えられ、川崎地質(株)が適切に業務を履行しているとは言えない。

### (エ)検証箇所D(国道57号下り第三車線110.631KP付近)

検証箇所Dについて、第2回検証委員会において川崎地質(株)は、空洞反応は下水道管周辺(直上)に存在しているため土砂吸い出し等による成長性が高いことを主張している。

また、当該箇所については熊本河川国道事務所も下水道管の存在を認識しており、平成29年12月18日に当該下水管が破損により管内部に漏水が発生している事を確認し、第2回検証委員会において近接する埋設物(下水道管)の破損等による吸い出しが原因である可能性が高いと報告している。

上記の状況を総合的に勘案すれば当検証委員会としては、当該箇所においては下水道管の破損に伴う漏水を要因として短期間に空洞の拡大成長が発生した可能性を否定できないものと思慮される。

ただし、当該箇所について下水管が破損した時期は不明であり、業務期間中の調査後に空洞の拡大成長が発生したという川崎地質(株)の主張は、その根拠を十分に疎明しているとは言えず認められない。さらに、当該箇所の①極性については、「不明瞭」という結果を得ており、一次調査評価においては異常信号箇所として抽出し発注者に報告され、然るべき判断の上で二次調査の対象か否かを判断すべき箇所であると考えられ、川崎地質(株)が適切に業務を履行しているとは言えない。

#### (オ) 検証箇所E(国道57号下り右折レーン112.565KP付近)

検証箇所Eについて、第2回検証委員会において川崎地質(株)は、調査箇所は横断水路及び共同溝が周辺に存在しているため、特に横断水路は土砂吸い出し等による空洞の成長性が高いことが予想されると主張している。また、共同溝の上部に水路が存在しており両者の間の締め固め不良が予想されるとして簡易貫入試験を実施し、調査の結果空洞下部地盤が緩んでいたため空洞の成長性が高いと主張している。

一方、当該箇所における空洞の拡大成長が発生している状況を示す根拠は何ら報告されていない。

路面下における空洞の拡大成長の可能性を否定することはできないが、従来の路面下空洞調査の結果等を踏まえた場合、地下水の影響等の外的な原因・要因がある場合を除いて短期間に空洞が拡大成長することは蓋然性が低いと考えられることが委員会としての見解である。川崎地質(株)の主張は、当該箇所における空洞の成長拡大が発生する可能性を示唆するだけであり、業務中の調査から現地検証までの短期間に空洞の拡大成長が進行したことを疎明する具体的な根拠が十分に示されていない。

したがって、当該箇所について業務期間中の調査後に空洞の拡大成長が発生したという川崎地質(株)の主張を認めることはできない。さらに、当該箇所の①極性については、「不明瞭」という結果を得ており、一次調査評価においては異常信号箇所として抽出し発注者に報告され、然るべき判断の上で二次調査の対象か否かを判断すべき箇所であると考えられ、川崎地質(株)が適切に業務を履行しているとは言えない。

#### (カ) 検証箇所F(国道3号上り第一車線186.623KP付近)

検証箇所Fについて、第2回検証委員会において川崎地質(株)は、拡大成長の原因・要因に関する具体的な説明が無く、一次調査の反応変化はあるものの成長性は低いと主張している。なお、業務期間中の一次調査結果と現地検証の結果で確認された空洞寸法に差異が発生しているのは若干の空洞の拡大成長があり、そして一次

調査においてもハンディ型レーダー探査においても空洞厚が小さくいびつな形の空洞を検出することが非常に難しくできなかった。開削の結果、規定空洞に該当する厚さ0.1m以上の領域は縦横断長0.5m未満であり業務内調査と同様に報告すべき空洞に該当しないと主張している。

一方、第2回検証委員会において、近接する埋設物(NTT管)の締め固め不足による緩みが原因である可能性が考えられると報告されているが、川崎地質(株)からは当該箇所において空洞の拡大成長が発生している状況を示す根拠は何ら説明されていない。

川崎地質(株)は、一次調査やハンディ型レーダー探査において空洞厚が小さくいびつな形の空洞を検出することは技術的に非常に難しいと主張しているが、一方でA社は当該箇所の空洞の可能性を指摘している。このことは、空洞対策検討業務を実施する企業により調査・分析能力に差異があることを示しており、業務の発注者はこのことを十分踏まえて対応することが重要となる。

川崎地質(株)は成長性は低く陥没の危険性は低いと主張しているが、開削して確認できた当該空洞と一体的に形成されている空洞厚が小さくいびつな形の領域については具体的な分析や評価が出されておらず、また、熊本河川国道事務所と十分な協議を経ていない。

したがって、当該箇所について当該箇所が成長性は低く陥没の危険性は低いという川崎地質(株)の主張を認めることはできない。

#### (キ) 検証箇所G(国道3号上り第一車線192.149KP付近)

検証箇所Gについて、第2回検証委員会において川崎地質(株)は、調査箇所は電線共同溝が周辺に存在しているため締め固め不良が予想されるが空洞の成長性は低いと主張している。

一方、当該箇所における空洞の拡大成長が発生している状況を示す根拠は何ら報告されていない。

路面下における空洞の拡大成長の可能性を否定することはできないが、従来の路面下空洞調査の結果等を踏まえた場合、地下水の影響等の外的な原因・要因がある場合を除いて短期間に空洞が拡大成長することは蓋然性が低いと考えられることが委員会としての見解である。川崎地質(株)の主張は、当該箇所における空洞の成長拡大が発生する可能性を示唆するだけであり、業務中の調査から現地検証までの短期間に空洞の拡大成長が進行したことを疎明する具体的な根拠が十分に示されていない。

したがって、当該箇所について業務期間中の調査後に空洞の拡大成長が発生したという川崎地質(株)の主張を認めることはできない。さらに、当該箇所の①極性については、「不明瞭」という結果を得ており、一次調査評価においては異常信号箇所として抽出し発注者に報告され、然るべき判断の上で二次調査の対象か否かを判断すべき箇所であると考えられ、川崎地質(株)が適切に業務を履行しているとは言えない。

なお、空洞の拡大成長の原因の検証として、第2回検証委員会において熊本河川国道事務所より降雨及び地震の影響についてはいずれも明確な因果関係を疎明すること

はできないと報告されている。

また、川崎地質(株)の「路面下空洞が短期間に拡大成長することが定常的に発生する」との主張は、下水管等の占用施設の損傷等により突発的に発生するケースを除いて、現時点では全国でそのような事故報告がないことを踏まえると認められない。

よって、現地検証した7箇所については異常信号として検出し、一次調査結果として発注者に報告すべきであった。また異常信号箇所7箇所全てを空洞可能性箇所として抽出すべきであり、その箇所の抽出が出来なかったことは、全ての異常信号を検出するという業務目的を果たしていないと言える。

## 5 問題点・課題に対する提言

上記の問題点・課題に鑑みると、当該業務で調査した全区間について十分な調査結果であるとは言えない。したがって、本業務は成果として不十分であり、速やかに再調査を行う必要があると判断する。

再調査の実施にあたっては、当検証委員会の報告及び指摘事項を踏まえて、発注方法を検討する。ただし、川崎地質(株)が受注した場合、業務内容の検証機能が十分に発揮されない可能性があるため参加を認めることは不適切と考える。

## 6 最後に

路面下空洞調査は、今後の道路の維持管理には重要なことであり、本件の検証結果を参考として今後関係者が技術の研鑽を積み重ね、技術力の向上が図られることが望まれる。

以 上

## 熊本管内路面下空洞検証委員会 委員名簿

※下段()書きは、全3回中、第1回、第2回委員会までの委員

	氏名	職名職	所属・機関名
委員長	佐藤 研一	教授	福岡大学 工学部 社会デザイン工学科 道路・土質研究室
委員	秋葉 正一	教授	日本大学 生産工学部 土木工学科 土質工学研究室
委員	桑野 玲子	教授	東京大学 生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
委員	竹内 康	教授	東京農業大学 地域創成科学科 地域環境工学研究室
委員	新井 淳一	グループ長	リテックエンジニアリング(株)技術本部 (法政大学 デザイン工学部兼任講師)
委員	渡邊 一弘 (久保 和幸)	室長	国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部 道路基盤研究室
委員	藪 雅行	上席研究員	国立研究開発法人土木研究所 道路技術研究グループ 舗装チーム
委員	小串 俊幸 (柳田 誠二)	道路情報管理官	国土交通省 九州地方整備局
委員	森田 康夫	熊本河川国道事務所 長	国土交通省 九州地方整備局
事務局	九州地方整備局 道路管理課		
	九州地方整備局 熊本河川国道事務所		