

令和7年度 救助技術の高度化等検討会（第3回）

「地下閉鎖空間における救助技術の高度化」

議事概要

1. 日時：令和7年12月4日（木）10:00～12:00

2. 場所：東京都中央区八重洲1丁目8番16号

TKP東京駅カンファレンスセンター カンファレンスルーム1A
(WEB会議とのハイブリッド開催)

3. 出席者（敬称略）

【委員】

<有識者>吉田悦教（座長）、岡田志麻、小川文章、桑野玲子、鈴木健志、玉手聰、細川直史

<消防機関>石原新一郎、恒松雄一郎、福島毅（代理）

【オブザーバー】

<関係機関>國本哲、高木大成（代理）角谷祐（代理）、米田昌史

<消防庁>鶴見純、上田耕平、貴志健児、新井場公徳

4. 議事内容

（1）議題

ア 災害発生のメカニズム

資料1を桑野委員にて説明

【意見】

（委員）中越地震発生後に陥没が明らかに増加したというデータが非常に興味深い。

当時は地盤災害が多く報告され、特に液状化被害に注目が集まった記憶がある。八潮の現場の柱状図を見ると、地下水位が高く、砂質系の地盤でN値も1前後の非常に緩い地盤で、同様に液状化の発生しやすい条件に見える。このような地盤の条件が被害拡大に影響した可能性はあるか。

（委員）下水管が健全で管の内外が遮断されていれば、地盤条件が悪かったとしても空洞は生じない。しかし、下水管にわずかでも内外がつながるような条件があり、地下水位が高く、シルト質細砂という地盤条件下では、時間がかかりなが

らも空洞が発達しやすい。地下水位が高く砂質地盤という点で、液状化しやすい地盤と空洞形成のポテンシャルは重なる。したがって、液状化の有無は別として、地盤条件が空洞拡大に大きく影響したと考えられる。

(委員) 埋設されている管の深さの問題から地盤側の対策には限界がある。そのため、次に同様な災害が発生した時に、どう救助活動をするか、考えておく必要があるということか。

(委員) 同規模の地盤陥没が再発した場合、現状では有効な救助の方法があるかと言えば、もしかすると難しいかもしれない。例えば、空洞の形状がどうなっていて、どこまで安全に寄り付くことができ、また上からの瓦礫の落下を防ぎつつ速やかに埋まっている箇所を掘削し救出することを考えておかないといけない。

(委員) 陥没穴の拡大は水圧の作用によって引き起こされているのか。

(委員) 水圧というよりは、地下水によって土の粒子間のかみ合わせが外れ、土砂が水中に浮いて重力により崩落する作用が働く。陥没発生後、その中に水がたまり、排出される段階になると、押し流すような力が作用するかもしれないが、水の流速の影響が大きいのは、水平方向に土砂を移動させる場合であり、鉛直方向の崩落では、水中に土が浮いているだけで重力により落下する。水が完全に引いた状態だと、土粒子同士のかみ合わせが再形成され、空洞拡大は一時的に落ち着く。

イ 救助活動に活用しうる技術・資機材等

資料2-1、2-2を事務局にて説明

【意見】

(委員) 最先端技術について補足。隊員投入前の安全確保のためのガス検知や状況把握には、ロボットやドローンの事前投入が考えられる。ドローンには様々なセンサーを搭載可能で、現在の技術では重い物も運べ、高所での作業も可能。また、3次元空間測定や画像解析により、現場構造の把握が可能。要救助者検知には、赤外線に加え、RF（ラジオフリークエンシー）センサーなどを用いることで、より精密なデータ収集ができる。地上ロボットでは、機動性の高い四足・人型ロボット、狭隘部対応の配管・生体模倣ロボット、大型作業ロボットなどが開発されている。通信が困難な状況では、視覚情報を基

にした群制御技術が役立ち、通信を使わずにロボットが集結できる。隊員の状況把握にはウェアラブルデバイスが有効で、ローカルネットワークを形成して体調監視が可能。これらの技術は既に開発が進んでおり、実用化が近いものも存在する。

(委 員) 次の段階として、開発された技術が実際に現場で使えるかどうか、性能的な検証が必要になる。救助技術の高度化に必要な技術的な要求内容を明らかにすることで開発も活発化する。消防の現場が求める性能を整理しておくことが重要。

(構成員) 消防活動の特殊性を考慮すると、現存する資機材や技術を買えばすぐに使えるわけではない。資機材は隊員の安全や要救助者の生命、身体、財産に直結するため、既存の資機材との連携、使用する場面と使用者、指揮者や他隊との連携を考慮し、円滑な活動を妨げないかを重要視し、慎重な検討が必要と考える。導入にあたっては、特定の場面において本当に使用可能かを検証する事業と、使用可能と判断した場合の消防本部内での運用設計を行う事業を段階的に進めたい。アイデア段階のマッチングから研究開発、現場での検証、部隊運用までを一連でつなぐことが重要である。現在、消防技術戦略会議を開催し、方向性について議論を行っており、本検討会の議論も反映して進めていく。

(委 員) 陥没救助を行う上で最大のリスクは二次・三次崩落や、消防が支点を設置した場所自体が崩落することで、それを防止しなければならない。その対策案として、トンネル工事の潜函工法のように、空間を密閉して大気圧をかけることで、管内への水の流入を抑える方法が有効ではないか。これにより地盤の安定が図れれば、上方から時間をかけて安全に救助活動が出来る可能性があるが、そのような方法が現実的に可能か。

(委 員) 潜函工法やニューマチックケーソンなどの高圧下で水の侵入を防ぐ技術は存在するが、崩落しかけた土砂の壁の傍らで機材設置や反力を確保することは、現実には多くの技術的課題があり、実際の陥没現場で即応的に崩落を防止するのは容易ではない。高度な土木技術を実際の救助にどう応用するか、まずは専門工事業者等に相談するなど調査研究の一つとして検討されてはどうだろうか。

(委 員) さまざまな有望な技術が存在するが、マーケット規模やロットが小さく、製造メーカーが製品化に踏み切れないことがある。関係機関が協力し、類似する

ニーズをまとめることで大きな需要としてメーカーにアプローチしていく戦略的連携が必要。

(座長) 地盤崩落の監視システムは、基本的に急傾斜地や斜面の崩落の監視での使用を念頭に置いたシステムなのか。地下空洞で崩落が起こる予兆を通知するシステムは現段階であるのか。

(構成員) 現段階でどこまであるのか正確に全て把握できている訳ではなく、継続してヒアリング等を行っていく必要はあるが、工事現場で使われている技術は、一定の期間を要しつつ安全管理を行いながら施工され、その上で使用されることが前提となっているものが多く、隊員が活動現場で即時に使えるものは限られている。一方で、現場のニーズをすべて満たした高性能な特注仕様で開発したもののはコスト面の負担が大きいために現場導入が難しい。そのため、消防以外の分野で一般化している技術を上手に活用していくことが有効と考えている。消防単独ではマーケットが狭いため、警察庁、防衛庁、土木、医療、林業分野などと連携しながら現場ニーズを反映しつつ、早期導入を目指したい。

ウ 個別技術検証の中間報告

資料3を事務局にて説明

【意見】

(委員) 陥没救助法について、水平に展張したロープの張力は非常に大きくなるため、確実な支点と反力が確保しなければ隊員の落下危険が高い。技術検証時のように堅固な構造物が実際の陥没現場で設定可能か検討が必要。また、レスキューフレームの活用について、陥没穴周辺の脆い部分に設定は可能か確認が必要。

エ 他機関との連携

資料4を事務局にて説明

【意見】

(委員) 大規模災害時には、県では災害対策本部が立ち上がり、消防班などの専門班が設置される。また、県に設置される消防応援活動調整本部には、県内外の消防（県内代表消防本部の幹部、緊急消防援助隊の指揮支援部隊長等）や総務省消防庁職員が参加し、救助活動を行う自衛隊、警察、海上保安庁等との連携が図られる。市町村でも災害対策本部が設置されるほか、市町村の消防本部に県

内外の消防の応援隊が指揮支援本部を設けて、救助活動等に関する調整が行われる。

過去の災害事例では、消防、警察、自衛隊、TEC-FORCEが協力し、土砂災害現場での降雨時の活動中止・再開基準、構造評価、他機関の重機活用などに関して、必要な調整が行われた。

救助事案における関係機関調整では、現場と市町村・県庁の双方で関係機関を集めた協議の場をいち早く設置し、救出方針の策定と報道対応を一元的に行うことが重要である。これを実現するため、現場では地元消防の指揮隊長又は幹部が関係機関に呼びかけて、早期かつ定期的に協議を開催することが求められる。報道対応は市や県の災対本部で一元化対応することが望ましい。この調整が難航する場合は、地元消防は県内代表消防本部や国（現地派遣された消防庁職員）に遅滞なく支援を求めることが必要である。

誰が協議の場を主宰し、誰がとりまとめ役を担うかが重要であり、それに関して具体的なルールを予め設定することで、円滑な活動調整が可能となる。

(委 員) 当消防本部をおく都道府県下では、応援要請を待たない迅速出動や当本部による積極的な助言ができる体制、早期の部隊派遣体制を構築している。独自の災害即報要領を設定し、大規模災害や特殊性、困難性の高い災害発生時は、都道府県が早期に災害を把握し、また、当本部が中心となり、関係機関と連携して広域応援体制を構築している。

(座 長) 広域応援の要請は原則として被災側からの要請に基づくが、それには費用負担の問題が関係している。しかし、大規模災害時に人員の不足や通信途絶などで要請不能の場合は、被災側の要請を待たずしての出動が可能であり、既に広域応援協定などの制度でも定着している。この点を改めて整理する必要がある。

もう一つは、関係機関の連携に関して、活動の決定と連携調整の話をきちんと分けて整理した方が良い。活動中に事故が発生すれば、決定者が問題となるが、協議はあくまでプロセスで、最終的には地元の自治体が災害対策の責任者である。その峻別をした上で整理すべき。

(委 員) 災害対応には、現場指揮本部、消防本部、市町村、県、国の機関が重層的に危機管理に関与している。緊急消防援助隊では、指揮支援隊が被災地県庁等で調整役を担うと認識しているが、一方で県内応援では、主に代表本部等の活動部隊の派遣が中心のイメージがあるが、災害が長期化・大規模化した場合に、指揮支援隊のような具体的な運用が決められているのか。

(委 員) 県内応援での指揮支援隊の制度化された仕組みはない。また、比較的小規模な消防本部は、応援要請を出しづらい現実もある。当本部では、過去に災害確知後、被災地との調整を経て指揮隊を含む部隊を派遣した事例もある。その際は、指揮隊、緊急消防援助隊の部隊長級職員及び救助隊・支援部隊を派遣した。指揮隊などは市役所内の災害対策本部や消防本部に派遣され、連絡調整を担った。

オ 報告書及び地下閉鎖空間における消防機関の救助活動マニュアルの骨子（案）
資料5－1、5－2を事務局にて説明

（2）その他

ア 災害事例の収集の進捗状況等を事務局にて説明
イ 次回の予定等