

災害対策検討支援ツールキットの活用と評価 ～国土交通大学校危機管理研修を通して～

今長信浩・日下部毅明・伊藤弘之・柄沢祐子・片岡正次郎

1. はじめに

大規模地震災害等、低頻度大規模災害は人々の生命財産を脅かす大きな脅威である。このような災害に備えるため行政はもとより一個人に至るまで日々、様々な対策が実施あるいは検討されている。

国土交通省（以下「国交省」という。）が管理する様々なインフラにおいても橋梁や河川堤防の耐震化、防災訓練の実施、災害復旧資材の備蓄等、ハード、ソフトの両面から対策が図られている。

国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、災害の発生による被害想定、リスク評価、対策を一連の流れで検討する各種ツールをひとまとめにした災害対策検討支援ツールキット（以下

「ツールキット」という。）を開発したり。これは、災害対策検討手法としての機能のみでなく、効果的な防災教育手法という特徴も有している。

後者については、活用しつつ改善を図る段階にあると考えており今回、国土交通大学校（以下「国交大」という。）が実施した危機管理研修の中で機能とその効果、具体的な行政における活用形態等について検証、評価したので報告する。

2. ツールキットの特徴

2.1 災害対策訓練・計画の課題

一般的な災害対策訓練・計画では、想定される地震災害などにより橋梁や河川堤防などのインフラにどのような物理的被害が生じるかを検討し、個々の

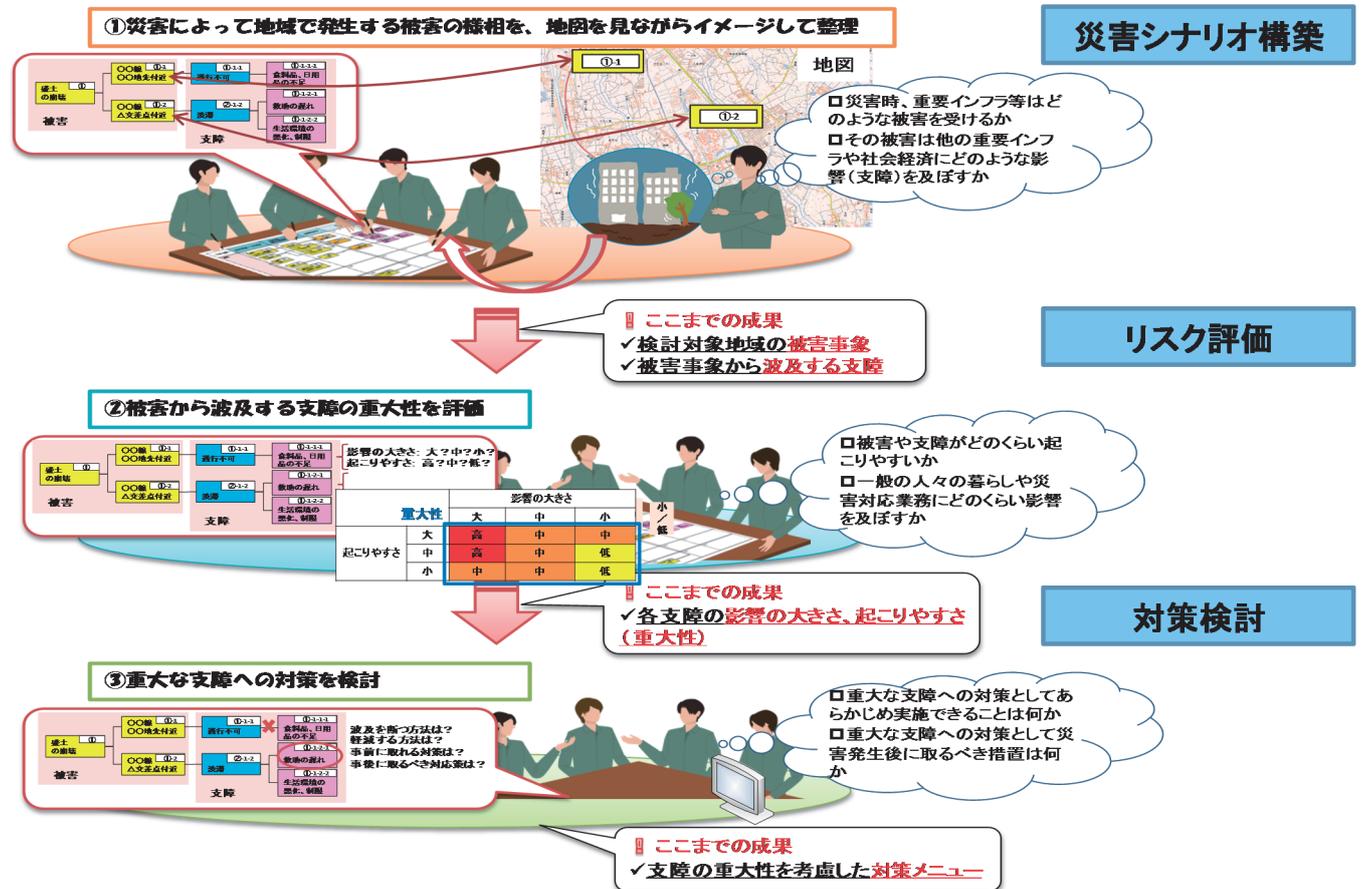


図-1 ツールキットの概要

インフラ毎に復旧計画等の対策検討を実施する。
この方法では、インフラ毎の対策検討に主眼をおいているため、被害がもたらす社会・経済活動に対する影響や、インフラが受ける被害の相互関連状況等は把握しにくい。近年、国交省における災害対応は、国が管理するインフラへの対応のみならず、地方公共団体が管理するインフラや住民等も含めた対応が求められている。この様な状況変化に対応するには、災害により発生する被害について河川、道路、住宅等、分野横断的に把握すること、インフラ単体では無く、一定範囲に存在するインフラが受ける被害とその相互影響を把握すること、被害が社会、経済活動にどの様に影響を与えるかを把握すること等が必要となる。

2.2 ツールキットの特徴

2.1に記載した課題に対応するためには、一定地域に起こりうる各種災害について網羅的に検討すること、河川や道路に生じた被害の相互関連状況や、被害が地域住民に与える影響、その大きさを考慮した対策検討を実現することが必要となる。このため、災害対策を俯瞰して検討する新しいプロセス、それを実現する検討様式、被災状況の設定やリスク評価に使用するデータ集等からなる「ツールキット」を開発した。

ツールキットは、地図をベースとして一定地域に発生した災害を網羅的に検討可能であること、災害の発生からその被害の波及に至る過程を理解可能であること、経験や知見の異なる者が活用しても検討成果が一定の水準で確保される様、過去の災害事例から得られた各種データが用意されていること等の特徴を有している。また、地方整備局や自治体等への普及を容易にするため、管内図や市販地図をベースとし特殊なツールやソフトを必要としないという特徴も兼ね備えている。

ツールキットは大別して図-1に示す3つの機能から構成される。以下に各作業の機能とそれを実現する個々のツールについて示す。

(1)災害シナリオの構築

地震、火山噴火、水害等、様々な災害を対象とし、それら災害によって発生する管理施設の被害と、その被害が他のインフラや生活・経済にどの様に支障を与えるかを整理する。災害シナリオの構築を支援するため、支障発想シート、過去に発生した様々な災害をとりまとめた災害カタログ、想定した被害

内容に欠落が無いかを確認するために過去の類似災害によって発生した被害項目をリスト化したチェックリストを用意している。

(2)リスク評価

想定したインフラ被害毎に、これらがどのくらい起こりやすいか、住民生活や災害対応業務にどのくらいの影響を及ぼすかというリスクを整理・評価する。それを活用し、インフラが受ける被害毎にリスク評価を行う。社会経済活動への影響が大きく且つ起こりやすいほど、重大性の高い被害となる。リスク評価を行う際の考え方と、過去の類似災害被害から得た、被害の起こりやすさと影響の大きさに関するデータを用意している。

(3)対策検討

災害シナリオ構築、リスク評価結果をもとに個々のインフラに対する事前・事後の対策を検討する。検討は、必要となる資機材、作業に要する時間、復旧の容易性等、様々な観点から行う。なお、対策検討は、発災後の応急対策、復旧工事の進め方等のもとより、災害に対する事前対策として橋梁の耐震補強実施や応急復旧資材の事前備蓄等、幅広く検討を行う。

対策検討を網羅的、効率的に行うために表-1に示す支障・重大性・対策一覧シートを用意している。

2.3 ツールキットを用いた検討事例

2.3.1 災害シナリオ構築

一例として図-2に示す海岸沿いにA、B、Cという3つの都市があり、内陸にはDという複数の自衛隊駐屯地が存在する都市がある地域を考える。各都市間は国道ア号で連絡されている。この様な地域において、沿岸部を中心に震度7、震度6強の地震が発生、さらに沿岸部を中心に高さ2mの津波が発生したと仮定した場合の被害を想定する。

想定した被害は都市A、B、Cでは多数の死者、負傷者、建物倒壊、住民孤立、ライフラインの機能

表-1 支障・重大性・対策一覧シート (抜粋)

復旧エリア	物的被害	場所	場所	被害レベル	基盤機能支障	生活支障	代替となる経路・手段の 具体的内容
A	盛土被害	①-1	〇〇交差点付近	中	通行不可	孤立集落の発生	市道①②
A	盛土被害	①-1	〇〇交差点付近	中	通行不可	ごみ焼分の遅延	市道①②
A	盛土被害	①-1	〇〇交差点付近	中	通行不可	救急活動の遅延	市道①②
A	盛土被害	①-1	〇〇交差点付近	中	燃料の運搬停止	燃料の不足	市道①②
B	盛土被害	①-2	▲地先	中	洪滞	ごみ焼分の遅延	県道●号
B	盛土被害	①-2	▲地先	中	洪滞	介護カーブス能力の低下	県道●号
B	盛土被害	①-2	▲地先	中	生活物資の運搬停止	日用品の不足	県道●号
B	落橋	②-2	△△橋	大	洪滞	ごみ焼分の遅延	県道●号
B	落橋	②-2	△△橋	大	洪滞	介護カーブス能力の低下	県道●号
B	落橋	②-2	△△橋	大	生活物資の運搬停止	日用品の不足	県道●号
B	陥没	③-1	◎◎地先	小	洪滞	ごみ焼分の遅延	県道●号
B	陥没	③-1	◎◎地先	小	洪滞	介護カーブス能力の低下	県道●号
C	落橋	②-1	●●橋	大	給水車の遅延	飲料水等の不足	なし
C	落橋	②-1	●●橋	大	物資の運搬停止	部品供給の停止	なし
D	道路への浸水	③-1	△交差点付近	小	通行不可	孤立集落の発生	市道△△
C	落橋	②-1	●●橋	大	給水車の遅延	飲料水等の不足	なし
C	落橋	②-1	●●橋	大	物資の運搬停止	部品供給の停止	なし
C	高速道路の倒壊	●●①付近	●●①付近	大	交通機能の寸断	孤立集落の発生	なし

不全等、大規模な被害が発生、またA、B、C間を連絡する国道は複数の橋梁段差、多数の路面亀裂等、さらにA、Bを結ぶ区間は、津波による冠水が発生していると想定した。これらが災害シナリオとなる。

2.3.2 リスク評価

都市A、B、Cでの死者、負傷者の発生、建物の倒壊、住民孤立等は極めて深刻な被害と判断される。また、国道ア号の橋梁については、全てについて耐震補強がなされているため落橋の可能性は小さいものの、橋梁段差、路面亀裂は過去の同規模の地震災害から見て全区間において生じるリスクが高く、冠水もA、Bを結ぶ海岸部で高い発生可能性を有していると整理した。その結果、当該地域は、極めて深刻なリスクが生じており、国道ア号は橋梁段差、路面亀裂、一部低地における冠水により復旧が必要な状況と想定した。

2.3.3 対策検討

リスク評価結果を踏まえ対策を検討する。対策実施には、まず達成すべき目標を設定する。その後、対策実施内容、それに伴う資機材等の準備・調達容易性、実施の難易度、時間的制約、耐震化、管理構造物の諸元等、様々な観点による検討が必要になる。

例えば、リスク評価で整理された「都市A、B、Cで発生した多数の人的、物的被害」に対して「早期に救援活動を実施可能とする必要がある」との目標を設定したと仮定する。そのためには、救援活動等を行う自衛隊駐屯地等の存在する都市Dへの連絡を早期に可能とする必要がある。発災後早期に優先すべき対策実施案としては、常温アスファルト、砂利等による路面亀裂の充填、橋梁段差部の解消などが挙げられる。また、それらを容易にするために事前対策として常温アスファルト、砂利等、資材の事前

確保、分散備蓄、資機材保有建設業者等との災害協定の締結等も対策の一例となる。この様に3つの段階での検討を行うことにより、検討対象地域で想定した災害における被害事象とそれから波及する支障、各支障の影響と発生可能性から見た重大性の整理、重大性を考慮した対策項目の立案が可能となる。

3. 危機管理研修

3.1 概要

国交大が実施している危機管理研修は、自然災害等を対象とし、災害対策の基本、平常時の取り組み、発災後の対応方法、留意点等の知識の修得並びに情報収集能力及び状況判断力の向上を図る事等を目的に、約1週間の行程で実施する。対象は国交省、地方公共団体、独立行政法人等の職員で、災害発生時に第一線に立って対応を行う地方整備局事務所の出張所長、建設監督官、専門官、係長等である。

具体的な目標は下記(1)~(4)に示すとおりである。ツールキットの活用は、これらのうち(3)及び(4)に関する知見を得ることに対応している。

- (1)災害対策の基本、危機管理の基本等を含めた危機意識の醸成
- (2)自然災害等の対応経験者から、災害対応活動の要点・技術及び教訓等の修得
- (3)災害時の状況判断力の向上や予測情報・防災気象情報の利活用の修得
- (4)発生事象に対する対応能力の習得を図るための課題研究を実施

3.2 危機管理研修におけるツールキットの適用

危機管理研修は研修員に対して災害時の状況判断能力、災害対応能力などを効果的に向上させることを目標としている。

従来の危機管理研修では、災害発生後を想定し個々のインフラが受ける被害に対する個別対応について、講師が座学により説明する知識伝授型が主体であった。一方、ツールキットを活用した研修では、インフラ全般について様々な視点や意見を踏まえた検討を研修員参加型で行うことが可能となる。この様にツールキットは、災害時の状況判断の向上、対応能力の習得等、危機管理研修の目標に適した手段の一つであると考えられる。

3.3 演習構成

ツールキットを活用した演習は、すべてを約半日で実施する。そのため、研修の目標である発生事



図-2 都市イメージ

象に対する対応能力の習得を目標とし、その根幹部分となる災害シナリオの構築、リスク評価を中心に実施した。最も時間を要する対策検討については、対策目標の考え方、その根拠、それを実現するため必要となる事前準備、発災後の実施項目及び留意点の抽出を行うシナリオに変更した。

演習は議論を進めやすい6~7名を1班とし、研修員の職務属性から河川、道路班に分類した。

演習では、ツールキットの概要説明後、各般毎に「災害シナリオの構築」までを検討する。その検討結果を河川、道路の代表班が発表し、それについて他班を交えた議論を行った。その後再び各般毎に「リスク評価」、「対策検討」を行い、結果を各班が発表したのち各班を交えた議論を行った。写真-1に実施状況を示す。

3.4 演習用地図と対策目標の設定

ツールキットの活用は国交省河川国道事務所や地方自治体土木事務所などを想定している。それらで実施する場合は、参加者自らが管理する施設の構造諸元、設置条件等について一定の知識を有しており、また管内図、管理平面図、各種構造物の管理諸元に関するデータ等も保有している事が前提となる。さらに、管理する施設の地形、周辺主要都市の状況、土地利用等についても同様である。

一方、今回の研修では、日本全国から研修員が参加しておりそれら参加者を適宜、振り分けて演習を実施する。そのため、前述のような施設の構造諸元や周辺状況に関する知識も有していない。そこで、実際の地域を基本とし、構造物等について一部架空情報を追記した地図を演習用地図として作成した。この地図には、周辺の土地利用や都市規模等についても追記している。また、限られた時間内で演習を実施するため道路は約50km四方を、河川は約5km程

度を対象範囲とした。

演習は、検討地図範囲において震度6~7の地震が発生、6分後に2mの津波が発生するとの想定で行った。図-3に想定した地域の地図を、図-4に発災想定状況を示す。地域の地図は主要インフラ、公共施設の他に、災害対策立案の参考情報として、昼間人口動向を把握する平常時の人の動きも記載した。また、対策検討を実施するため対策目標の考え方、その根拠、それを実現するために必要となる準備項目をそれぞれ記載するシートを作成した。図-5にシートの一例を示す。

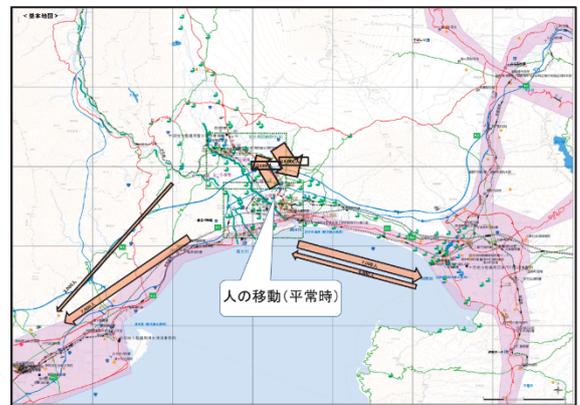


図-3 想定地域地図 (道路班)



図-4 発災想定状況



写真-1 演習実施状況

②研修用目標カード(グループ用)
※グループとして何を目標にし、対策を考えるか議論して、整理しましょう。決め方は自由です。

対策・対応によって達成したい目標

各施設への非常用電源設備の設置、復旧体制の確立

対策を検討する対象として着目した被害の概要(簡潔に)
 変電所水没による送電網の停止

選んだ理由(簡潔に)
 近年、電気設備のトラブルによる住民への影響が大きいため

図-5 対策目標記載シート

4. 危機管理研修におけるツールキットの評価

ツールキットは試作段階において一部の整備局において試行評価を行っている。その結果、インフラ被害が社会経済活動に与える影響を考慮した視点が得られたこと等が有効との評価を得ている。しかし、河川、道路等属性の異なる複数の職員が参加する研修における有効性、ツールキットの効果、構成や具体的な活用場面等に関する評価は未実施であった。また、国土交通省職員以外による評価についても同様である。それらについて今回、国交大での演習を通して、評価を実施した。

4.1 災害対応能力向上への寄与に関する評価

対策検討において各班が目標として設定した項目を表-2に示す。道路班は2班とも救助、救援を実施するために早期道路啓開の実施を目標としている部分は共通であるが、啓開実施範囲の設定は異なっていた。また、河川班においては、堤防施設の復旧による浸水被害の軽減を目標にした班が2班、津波対策を目標にした班が1班、電力の早期復旧を目標にした班が1班となっていた。電力の早期復旧を目標とした班は、東日本大震災を経験したメンバーがおり、その際の住民対応状況等からこの目標を設定したとの事であった。

この様に、同一の地域で発生する被害を想定、対策目標を検討した場合でも、研修員の所属する地域、過去の災害対応の技術的知見等により異なった

結果になる。これらの成果を各班が発表、情報を共有することにより、研修参加者の災害対策検討における知見や視野を広げる効果を有していると考えられる。また、班で議論を行う事により災害発生～対策検討に至るまでの過程やその優先度等が理解可能となる効果も有している。この様に、ツールキットは、地域や担当の異なる複数の研修員に対して、災害時の状況判断、対応能力向上のための研修ツールの一つとして活用可能と判断される。

4.2 演習構成の評価

今回の演習では始めにツールキットの構成を説明し、実際の演習では災害シナリオの構築を中心に実施した。その結果、約9割の研修参加者がツールキットの概要について理解出来たと回答しており、行政の場においても活用可能と評価される。一方、「個々の対策検討が重要」との意見も見られ、特に「時間を増やしても対策検討を実施すべき」との意見が約半数の参加者に見られた。これについては、「限られた構造物に限定して対策検討の事例を例示する」等、演習の進め方に再考の余地がある。

4.3 有効性の評価

図-8はツールキットの有効性の評価である。演習参加者の9割以上が災害対策検討において「効果はある」、「効果はあるが不十分」と回答しており、改良の余地は多々あるが、危機管理検討における有効な手段の一つであること示している。特に地図を活用した被害想定は、物的被害がイメージし易い、参

表-2 各班が設定した対策目標と実施留意点

班	対策・対応目標	着目した被害状況	対策を選んだ理由	対策・対応実施の留意点		
				事前対策	発災時、発災後	共通事項
道路1	○国道ア号及び同道に接続するネットワークの早期啓開(暫定一車線)による迅速な救助、救援の実施	○路面変状、橋梁段差、津波漂着物等による国道ア号の通行不能	○住民の避難、緊急車両の通行等を可能にする必要がある。	○予算と人員が必要 ○計画的な点検実施	○災害時緊急対応業者との事前の協定等 ○コンサル、専門家、業者等の連携、役割分担をあらかじめ定めておくこと ○余震時、津波第二派以降における安全確保応急資機材の備蓄 ○燃料の確保(備蓄、協定等)	○訓練、研修等の実施 ○地図、道路台帳、橋梁台帳等の準備
道路2	○a川とb川に挟まれた区間の幹線交通の確保(救援・物流・避難)	○家屋の倒壊、津波浸水、落橋	○震度の大きい地域で建物の被害が大きいと想定される ○川に挟まれた地区で落橋の影響が大きい ○工場、学校が集中しており、昼間人口が多い地域	○家屋の補強に関する制度の拡充が必要 ○施設の定期的な点検・補修が必要	○人手の確保、資機材の確保 ○正確な情報が必要	○予算の確保
河川1	○被災した堤防の早期復旧 ○天然ダムの解消 ○取水施設の復旧	○液状化による堤防断面の不足	○2次被害の防止(次回の出水に対する備え)	○地盤情報の取得 ○予算確保 ○技術開発(より安価の工法の検討)	○余震・津波等の発生時の運用ルールの設定	○資機材の搬入ルートの詳細調査
河川2	○各施設への非常用電源設備の設置、復旧体制の確立	○変電所水没による送電網の停止	○近年、電気設備のトラブルによる住民への影響が大きいため	○電力会社の協力が必要	○被害状況を確認して被害の規模に応じて職員を派遣する体制を構築	○リスクの低いところに変電所を建築する
河川3	○河川からの浸水被害をなくす ○土砂崩落・土砂災害	○津波の河川遡上時に樋門の閉門不能による浸水被害	○b川の周辺に、市役所や病院等の公共施設が張り付いているため	○浸水防止対策の優先順位を決める ○防災情報の共有(住民・関係機関等) ○災害対策予算の確保	○被災情報の共有・伝達災害対応の人員・体制の確保	○予算等無人化・自動化の技術開発、制度改正
河川4	○レベル1、レベル2津波を想定した津波対策(ソフトとハード一体となった対策)	○津波による浸水被害 ○津波による樋門操作員の人命	○東日本大震災で樋門操作によって命を落とされた方が多い。 ○ソフト対策によって住民が避難出来るようにするべき。	○実績を調べ想定を立てる。 ○河川管理者・操作員・関係機関で議論を行い、共有する。	○閉められなかった樋門に対して課題が残る。	

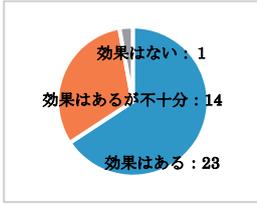


図-8 有効性評価

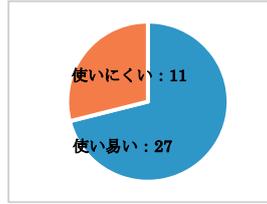


図-9 活用容易性評価

加者間の情報共有が可能、管理する施設と周辺に存在する病院等、重要施設の位置関係が把握可能なこと等が有効という意見があった。

4.4 活用容易性の評価

図-9はツールキットの活用容易性の評価である。約3割弱の研修員が「使いにくい」との回答を行っており、改良の必要があることを示している。内容としては、災害シナリオの構築において被害具体化のレベル設定が不明との意見があった。ツールキットには、過去に発生した災害により発生した被害をリスト化したチェックリストがあり、この活用により想定した被害レベルを揃える事が可能である。この他、想定した地域の地勢や地物等、地域特性に関して理解出来ていないため検討にそれを反映しにくいこと等が挙げられている。さらに電子化可能なものは電子化した方が良いとの希望も出されている。ツールキットは本来、国交省河川国道事務所、地方自治体土木事務所などでの活用を前提とし開発されたものであり、活用者は一定の地域情報を有していると想定している。しかし、今回の様に全国から参加した研修員を対象とした場合は、研修に活用する想定地域の情報を事前に提供する等の工夫が必要である。また、検討を効率的に進めるため、道路の構造諸元が記載されたデジタル道路地図等、電子媒体の活用も考慮すべきである。

4.5 ツールキットの活用場面

「ツールキットが実際の行政の場でどの様に用可能か」との設問に対しては、「住民を含めた防災訓練、事務所職員への防災訓練、新規異動職員に対する施設や地域特性の把握、職員の育成・意識啓発等」、防災訓練への活用が挙げられていた。また、「事務所防災計画の立案、施設更新時の問題点の洗い出し、被災想定箇所と災害対策用機械のオペレーション、堤防決壊時の緊急シミュレーション、管理施設の諸問題の洗い出し、地域における潜在的危険箇所の把握、BCPの策定・修正、非災時の対策優先度等」、防災計画の立案に活用可能との意見が出された。

5. まとめ

今回の研修において、ツールキットは様々な改善項目を有するが、各種防災訓練や防災計画の立案等、幅広い活用が可能との評価を得た。また、国交省のみならず自治体等においても活用可能であることが確認された。国総研では、今後も改良を進めるとともに、積極的な普及、広報を図る予定である。なお、今回の国交大演習では、各地方整備局、自治体、独立行政法人等職員等にアンケート調査にご協力頂いた。最後に記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 日下部毅明、木村祐二、稲澤大志：超過外力を考慮した災害シナリオと対策検討支援手法の開発、土木技術資料、第56巻、第9号、pp.30～33、2014

今長信浩



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地震防災研究室 主任研究官
Nobuhiro IMACHOU

日下部毅明



国土交通省国土技術政策総合研究所企画部評価研究官
Takaaki KUSAKABE

伊藤弘之



国土交通省国土技術政策総合研究所河川部水害研究室長
Hiroyuki ITOU

柄沢祐子



国土交通省国土交通大学校建設部建設企画科長
Yuko KARASAWA

片岡正次郎



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地震防災研究室長、博(工)
Dr. Shojiro KATAOKA