

山崎断層帯地震発生時の緊急輸送路確保に関する取組

山本 正司¹・中森 康裕²

¹西日本高速道路(株) 関西支社 福崎高速道路事務所 (〒679-2204兵庫県神崎郡福崎町西田原2023)

²西日本高速道路(株) 関西支社 福崎高速道路事務所 (〒679-2204兵庫県神崎郡福崎町西田原2023)

中国自動車道は、関西圏と中国・九州圏を結ぶ重要幹線である。当福崎高速道路事務所が管理する吉川 I C～佐用 I Cのうち、福崎 I C～山崎 I Cは山崎断層帯の一つである安富断層のほぼ直上を通過している。その他の区間についても土万断層や琵琶甲断層と並行若しくは近接している。

兵庫県の予測では、山崎断層帯地震が発生した場合、管内の各所で震度6弱～6強の地震と共に液状化が発生し、周辺道路が寸断されることが予想される。過去の震災の例を見ても被災地の復旧に高速道路の果たす役割は大きく、早期に緊急車両や支援車両の通行帯を確保することが復旧の第一歩となる。そのための当管内の事業継続計画を紹介する。

キーワード 山崎断層帯地震、中国自動車道、被害想定、事業継続計画、災害図上訓練

1. 山崎断層帯地震の被害想定

(1) 山崎断層帯地震の概要

山崎断層帯は、岡山県北東部から兵庫県南東部までの全長約80 kmにかけて分布する7つの断層の総称である。このうち安富断層が中国自動車道(以下「中国道」という。)のほぼ直下に、そして、土万断層及び琵琶甲断層が中国道に並行し、かつ近接している。

図-1 山崎断層帯



兵庫県では、断層帯北西部、南東部、断層帯主部全体を震源域とする3つのパターンで地震の発生を予測しており、このうち主部南東部を震源とする地震の発生確率が最も高いとしている。その場合の地震の規模はM7.3。30年以内の発生確率は0.03から5%で、発生確率としては「高い」グループとして位置付けされている。

兵庫県の発表した山崎断層帯南東部を震源とする地震が発生した場合の震度分布図に中国道を重ね合わせたものを図-2に示す。

図-2 管内の震度分布



これを見ると、中国道の吉川 I C～佐用間のほぼ全域で震度6弱。宍粟市や三木市の一部で震度6強となることが分かる。

さらに、沖積層の広がる姫路市や三木市の中心部ではほぼ全域で震度6強と、その被害は激しくなるものと予測されている。

また、液状化現象の発生も予測されており、市川や加古川沿いの沖積層からなる平野部は、液状化を起こしやすい地盤と想定されており、それによる被害により、周辺道路の寸断が予想される。

液状化現象を起こしやすい地盤の分布と中国道及び周辺道路を重ね合わせたものを図-3に示す。

図-3 液状化現象を起こしやすい地盤の分布



(2) 道路の被害想定

河川沿いに広がる沖積層上に位置する姫路市中心部及び三木市域を中心に震度6弱から6強の地震動が予想され、これにより緊急輸送路が各所で寸断されることが予想される。(図-4)

図-4 主要道路と地震動との重ね合わせ



また、緊急輸送路は、ほぼ全域にわたって液状化を起こしやすい地盤上に重なっており、緊急輸送路や周辺道路の寸断による影響が想定される。特に盛土高さの低い一般道側の被害が大きいものと想定され、道路啓開に当たっては中国道から順次警戒していくことが効率的かと思慮される。(図-5)

図-5 主要道路と液状化地盤との重ね合わせ



中国道についても沖積層の上に施工された盛土部については液状化の影響により、図-6のような中越地震でも起こった大規模な盛土の崩壊被害が予想され、高速道路及

び周辺道路のいたる所で道路の寸断が想定される。

図-6 中越地震時の高速道路の被災状況



これらを総合すると、図-7に示すように、地震動や液状化の影響により、いわゆる播磨地域一帯において高速道路も含めた主要幹線道路が相当な打撃を受け、東西交通が遮断されることが想定され、四国ルートや山陰ルートといった代替路線も含めた広域的な復旧計画を策定しておく必要がある。

図-7 広域的な被害状況のイメージ



2. 事業継続計画の策定

過去の大規模な震災において、自衛隊や消防・救急隊が高速道路を利用して広域に移動し、休憩施設を中継基地として各被災地の現場へと向かっていることから、震災時における高速道路の果たす役割は非常に大きいと言える。(図-8)

図-8 SAを中継基地として利用(東日本大震災)



このことを踏まえ、西日本高速道路(株)では、24時間以内の緊急車両の通行帯確保を事業継続計画(以下「BCP」という。)の一つの目標としている。

以下に、中国道の早期道路啓開を目標としたBCPの概要を紹介する。

(1) BCP策定上の重点事項

中国道の被害想定を策定したBCPを策定する上で最も重点を置いた点は、以下のとおりであり、これらの一つでも欠けるとBCPが破綻することが想定され、BCPを確実に回せる着実な対応が必要である。

- ①人員の確保・・・人が集まらないと何もできない
- ②対策本部の確立・・・指揮命令系統の明確化
- ③連絡体制の確立・・・情報等の的確な把握と発信
- ④現場要員・資機材の確保・・・初動時に必要な資機材

の確保と協力会社の確保

また、BCP策定に当たっては、表-1に示す地震発生時からの経過時間毎の対応内容を基本として作成した。

表-1 災害時等における相互協力協定の締結

発災後の経過時間	～1時間	1～2時間	1～12時間	6～24時間	24時間以降
初動内容	非常参集	対策本部設置	点検 お客様の安全確保	緊急 輸送路確保	応急復旧 ～本復旧
BCP 重点事項	要員の確保	指揮命令系統 と防災基地の確保	点検の為の道路啓開 お客様の避難誘導	緊急輸送路を確保 する為の道路啓開	復旧に向けた組織充実

(2) 災害時の地域との連携強化

中国道が通過する沿線市町と当事務所間で、災害時の速やかな連携を目的として、「災害時等における相互協力協定」を佐用町・宍粟市・加西市・姫路市・加東市・福崎町・三木市の全ての沿線自治体と締結した。(図-9)

この協定の中では、休憩施設をはじめとする高速道路敷地の提供や緊急開口部を利用した緊急車両の運行、一時避難所としての敷地利用(図-10)、必要な資機材の相互提供、維持管理用車両の駐車場を利用したドクターヘリの運用(図-11)、休日も含めた緊急連絡先の相互確認等を行い、地震災害や降雨災害などが発生した場合の相互連携を常日頃から構築していくこととした。

図-9 災害時等における相互協力協定の締結



図-10 管理施設を一時避難所としての利用



図-11 ヘリポートの整備と使用状況(佐用IC)



(3) 防災基地の確保

発災時に指揮所となる事務所防災対策室は、続々と寄せられる情報の整理・分析、その結果に基づく現地対応班への指示、資機材・施工会社の確保及びお客様対応、行政との連絡調整等の要となる施設であり、これが被災し機能できないことは、絶対避けなければならない。

このため、発災時においても確実にその機能を維持するための、窓ガラスの飛散対策・ロッカー等の転倒防止対策、電源の確保対策及び通信設備の確保等を実施した。(図-12)

図-12 東日本大震災時の執務室の被害状況



また、防災対策室を運営する非常参集要員の多くが事務所から10km以上離れた姫路市内に居住していたため、地震発生から事務所に参集するまで徒歩で3～4時間要し、対策本部の立ち上げまでの時間がかかり過ぎる要員配置のため、事務所まで徒歩で1時間圏内に幹部社員3名を転居させることとした。(図-13)

図-13 非常参集要員の所在地



(4) 路面の段差

切盛境・土被りの薄いC-BOXの両側・橋台両端に段差が発生すると仮定した場合、当事務所管内で388箇所に段差が発生すると想定し、仮に段差が50cmとして、すべての段差を土嚢によって通行帯確保をするためには、約18万袋(約3千m³)の土嚢が必要になる。

地震が発生してから道路啓開土嚢の調達を図っていたのでは、24時間以内の緊急輸送路の確保が困難なことから、2012年度から計画的に土嚢作成用の砂と耐久性土嚢袋の備蓄を開始した。(図-14, 15, 16)

図-14 土嚢による道路啓開の様子



図-15 段差1箇所当りの土嚢量

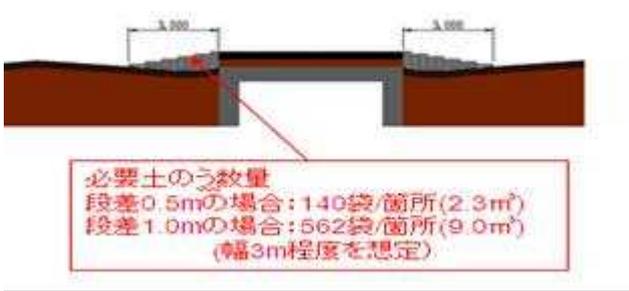


図-16 土嚢用砂の備蓄状況



(5) 旧沢地形を埋立てた用地外高盛土

本線直下に安富断層が走る区域において、地元行政が旧沢地形を埋立てた高さ約20mのグラウンドを中国道に近接して整備している。(図-17, 18)

盛土末端部は、中国道に非常に近接しており、盛土内の水位が高く常に湿潤状態であり、かつ盛土の一部では小規模な表層崩壊も発生しており、地震の衝撃で盛土全体が崩落し、中国道に多大な被害をもたらすことが予想される。

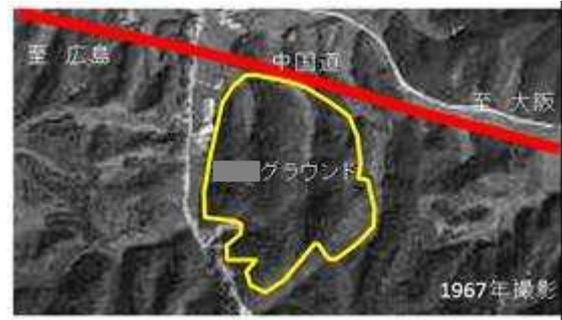
当場所は、地震発生時の中国道への影響を検討するた

め、2013年度から水位観測や盛土の安定度検討等を行い、科学的根拠を整理したうえで、地元行政を含めたなかで安全対策の検討を開始する予定である。

図-17 沢地形を埋めた用地外高盛土の状況



図-18 旧沢地形との重ね合わせ



(6) ため池による盛土の引込

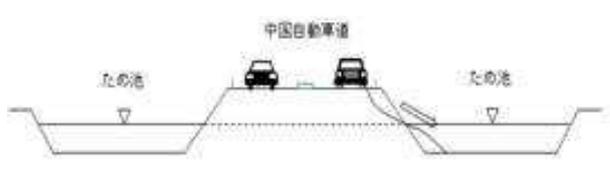
管内には中国道の盛土のり尻に位置するため池が13箇所あり、地震時に本線を引き込む可能性が高く何らかの対応が必要である。

特に、ため池の中央部を盛土で横過している箇所は、盛土引込の可能性が非常に高いため、ボーリング調査・水位観測・危険度判定・連続地中壁等の対策工の検討を実施し、順次対応していく予定である。(図-19, 20)

図-19 盛土の引込



図-20 ため池部横断面



(7) 切土部の危険個所の明示

当事務所管内では、断層直上に位置する箇所、流れ盤などの危険箇所として17箇所を選定している。その選定箇所には、地震発生時の点検を容易にするため、当該切土の起・終点に青色の視線誘導票の設置及び切土のり面の概要の分かる調書を事前準備している。(図-21)

図-21 切土の危険箇所標示(青色灯)



(8) 各種台帳の整備

地震発生時に即刻対応可能なように、復旧資材の調達先を明示したコンクリート、砕石、アスファルトプラント業者調書、復旧支援可能な施工業者、占有者とすぐに連絡がとれるように占有物件調書、橋梁調書、トンネル調書、切土調書等台の帳類を整備し、専用のロッカーにペーパーの状態では保管している。

特に橋梁については、予め協力会社に一般図と合わせ橋梁の支承反力や橋台・橋脚の図面と現地状況写真を添付した橋梁調書を共有し、直接現場に足を運び現地調査を行わなくとも、連絡一本で復旧に必要なジャッキ仕様や足場等の応急復旧資材を確保したうえで、即座に現場に向かえる事が出来る体制とした。(図-22)

図-22 橋梁台帳の共有



(9) 電源・通信設備の確保

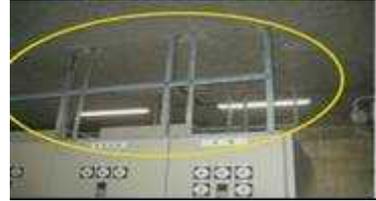
非常用自家発電機について、燃料タンクの転倒防止対策を行うと共に、振動による燃料系パイプの破断を防止するため、フレキシブルジョイント化(図-23)を実施した。また、外部からの燃料供給がなくとも3日間は稼働できるように燃料タンクの増設を実施した。

更に、電気・通信設備についても転倒対策(図-24)を実施した。

図-23 配管のフレキシブル化



図-24 電気通信設備の転倒防止対策



(8) 復旧イメージの想定

実際に切土、盛土、橋梁、トンネルが被害を受けたことを想定し、あらかじめ復旧イメージの想定及び過去の復旧事例の収集を行い、復旧の際に係る検討時間の短縮を図ることとした。(図-25, 26)

図-25 切土崩壊時の復旧イメージの例

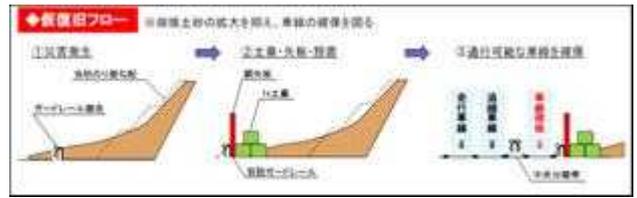


図-26 トンネルの復旧事例



4. BCPの検証

BCPの実効性を検証するため交通管理者・子会社・工事受注者を交えた災害図上訓練(以下「DIG」という。)を実施し、BCPの実現性を検証した。

以下にDIGで浮かび上がってきた課題、対応策について述べる。

(1) 24時間以内に緊急車両の通行帯を確保するための問題点と対応策

a) 土嚢の事前準備と警戒作業

BCPでは、道路啓開に18万袋の土嚢が必要であると試算しているが、DIG実施後の検証によると、地震発生直後、土嚢作成のために非常参集できる作業員は10名程度であった。

この10名で土嚢製作機を使用して、18万袋の土嚢を作成した場合、3パーティーで行っても30日かかり、24時間以内の啓開は無理があることが判明した。

その対応としては、予め作成済みの土嚢を作成し、備蓄しておく必要がある。(図-27)

また、道路啓開には膨大な数の土嚢が必要であり、使用の都度、備蓄基地に取りに帰っていたのでは効率が悪く、事前に作成済みの土嚢を本線脇に配備しておく等の工夫が必要であることが判明し、2013年度から順次中国道脇の路肩等に事前配備する予定である。

図-27 (参考) 土嚢製作機



b)道路啓開作業

道路啓開を行うに当たっては、道路状況を把握する点検班と道路啓開班が行動を共にすることを想定していたが、仮に交通量がピークとなる休日の16時台に地震が発生し、地震による揺れが5分間続いたと仮定した場合、120mに1台の密度で滞留車両が発生する。(図-28, 29)

滞留車両からは、情報提供や救護を求められることも十分想像でき、これらに遭遇する都度対応しているのは点検・道路啓開がなかなか進まないことから、道路啓開を行うに当たっては、道路啓開班・点検班・お客様対応班が同時に行動し、お客様対応と並行して道路啓開及び点検を実施できる体制の構築が必要と思慮された。

図-28 休日の時間毎交通量データ

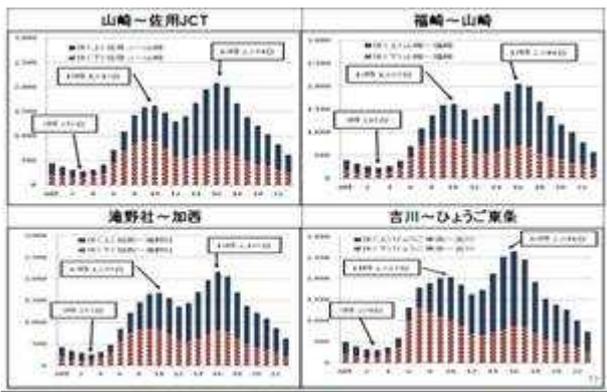


図-29 IC間別5分間交通量

区間	ピーク時刻	時間最大交通量(台/時)	5分間交通量(台/5分)
吉川IC～ひょうご東条IC	16時	2,841	220
ひょうご東条IC～滝野社IC	16時	2,371	198
滝野社IC～加西IC	16時	2,156	180
加西IC～福崎IC	16時	2,090	174
福崎IC～山崎IC	17時	2,041	170
山崎IC～佐用JCT	16時	2,074	173
佐用JCT～佐用IC	16時	1,898	142
合計		15,071	1,257

1方向約120mに1台程度の密度

C)お客様対応について

本線若しくは休憩施設等に滞留しているお客様からは、情報提供や救護要請を受けることが十分予想される。このため、事務所本部と現場間の連絡のために、衛星携帯電話の配備や、救護キットが必要と判断され、これらについては、2013年度中に整備を行う予定である。

(2)事務所本部の継続性の確保

a)電源の確保

自家発電機用のA重油については3日分を確保できるよう、タンクの増設を2012年度中に完了している。ただし、協定を締結しているSAガソリンスタンドも含めて市中のガソリンスタンドの被災状況によっては、3日以上自家発電により電気を賄わなければならない状況も想定される。

このため、A重油の代替として軽油が使えることから、事務所に配備されている燃料タンク容量が2000ある大型除雪等車両13台の燃料タンクは常に満タンにしておき、有事の備えとする工夫を講じている。

これにより、さらに約3.5日分の自家発電機用若しくは点検用車両の燃料が確保できることになる。

b)非常参集要員の確保

西日本高速道路社員や元請け社員については、計測震度4以上で自動的に非常参集することになっているが、現場で道路啓開等の実際に作業を行う下請社員までは、自動的に非常参集することを義務付けていなかった。

2013年度以降は、元請け会社と下請け会社の間で気象庁発表震度で4以上の場合に自動的に非常参集するシステムの構築を検討中である。

5. おわりに

山崎断層帯地震が発生した場合、図-7に示したような播磨地域全域において高速道路も含めた幹線道路網の機能がマヒする可能性が非常に高い。

いち早く被災地での救援活動を開始するには、緊急車両の通行帯の確保、いわゆる道路啓開作業を如何に効率的に行うかにかかっている。

これまでのところ、NEXCOを含め各行政機関において防災計画を立案し、緊急輸送路の早期復旧を謳っているが、道路管理者間の連携等について具体的な議論や訓練がされていないのが現状である。

昨今の大規模地震災害の発生頻度の高まりを考えると、個別に防災計画や道路啓開計画を立案するところから一歩進んで、高速道路や一般道を含めた中で、効率的に被災地に向かうために必要な道路啓開の順序等について道路管理者や行政機関が一体となって議論を始めるべきであると考えている。

今回は、当事務所における取組事例を紹介したが、他機関での防災計画立案の一助になれば幸いである。