

南海トラフ巨大地震に係る道路管理者による 道路啓開計画の実践／大阪国道事務所版

菊池 弘¹・木村健治²

¹大阪国道事務所 管理第二課 (〒536-0004 大阪市城東区今福西2丁目12-35)

²国営明石海峡公園事務所 調査設計課 (〒650-0024 神戸市中央区海岸通29)

大阪国道事務所管内全域の直轄国道について、南海トラフ巨大地震の発生に係る道路啓開計画を策定した。本発表では、道路啓開を構築するにあたり、上下2車線確保を前提として①液状化に伴う橋台背面段差の詳細検討を踏まえた応急復旧工法の検討、②地震発生時から初動の体制を確立するための行動計画(タイムライン)の策定、③津波により生じる瓦礫量の算出結果と道路啓開への影響、を主体とした。また、これらの結果を踏まえた「大阪国道事務所版道路啓開マップ」と「大阪府域 道路啓開の手引き」を作成したので併せて紹介する。

キーワード 南海トラフ巨大地震、道路啓開、直轄国道、大阪府、被害想定

1.はじめに

南海トラフ地震に係る被害想定は、道路・河川・港湾、消防、医療などの施設への影響を鑑み、各地域・各機関で実施されている¹⁾。本編では、道路管理者として、直轄国道の道路啓開を行うに際し、大阪府内の重点14路線における直轄国道に対し、地震発災後の放置車両や瓦礫諸量、橋台背面の段差などを内閣府や大阪府公表データより算出し、被害想定を把握を行った。この際、大阪特有の条件(木造家屋の多さ、軟弱地盤の分布など)を反映した結果を得た。この被害想定結果を軸とし、道路啓開に必要な諸量や資機材・重機の数量などを算出し、道路啓開計画を策定した。大阪府の地理的条件・浸水エリアの分布を踏まえ、2つの基幹ルートより道路啓開を行う結論とした(図-1.1)。

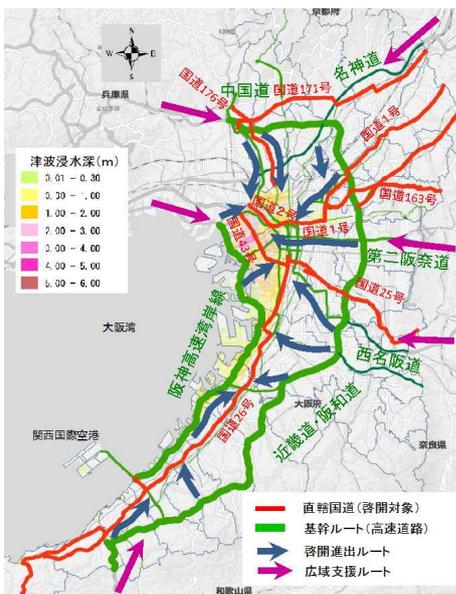


図-1.1 大阪府道路啓開計画全域図

2.大阪地域の特徴と課題

大阪平野は、下記(2)(3)のような地形・地質的特徴があり、南海トラフ巨大地震が発生した場合、被害が甚大となる。

(1)大阪の市街地をはさみ東西に高速道路が整備

図-1.1に示すように西側には阪神高速湾岸線が、東側には中国道、近畿道、阪和道が整備されており、図-1.1のように大阪府内の中心部と直轄国道の啓開において自動車専用道路を活かすことが可能となる。

(2)ゼロメートル地帯が沿岸部に集中

西側沿岸部では標高がゼロの地域が多く、津波による浸水深が高い(最大6mの浸水深)。

(3)沖積の砂や粘土が基盤を構成する

上町台地より西側では軟弱な海成粘土や液状化可能性指数(PL値)の高い地盤が広く分布する。

(4)木造家屋が多く倒壊の危険性が高い

大阪府には、1980年以前の木造建物が多く、地震により全壊または半壊する危険が高い。

これら大阪府の特徴から、表2.1のような課題と対応策を設定した。

表-2.1 大阪府の特徴と道路啓開対応方針

大阪府の特徴	課題と対応策
東西に高速道路が整備	東西の有料道路を基幹として内側の直轄国道へ啓開を進める
ゼロメートル地帯の存在	浸水を受ける地域では道路啓開に津波漂流物による瓦礫を考慮する
沖積の砂や粘土が基礎地盤を構成	盛土の沈下や基礎地盤の液状化による沈下を考慮した橋台背面段差を求める
木造家屋が多く倒壊危険度が高い	家屋の倒壊等を震災瓦礫として国道上に堆積すると想定する

3.大阪の被害想定結果とその特徴

道路管理者として道路啓開計画を立案するにあたり、啓開ルート確保を確実に実施する必要がある。地震発生直後の直轄国道上の路上放置車両、直轄国道上に堆積する瓦礫諸量、液状化に伴う橋台背面の段差被害の3種の被害を推定した。なお、被害想定に際しては、国道の道路啓開を行うため、図3.1に示すように、上下2車線確保に与える被害を想定した。

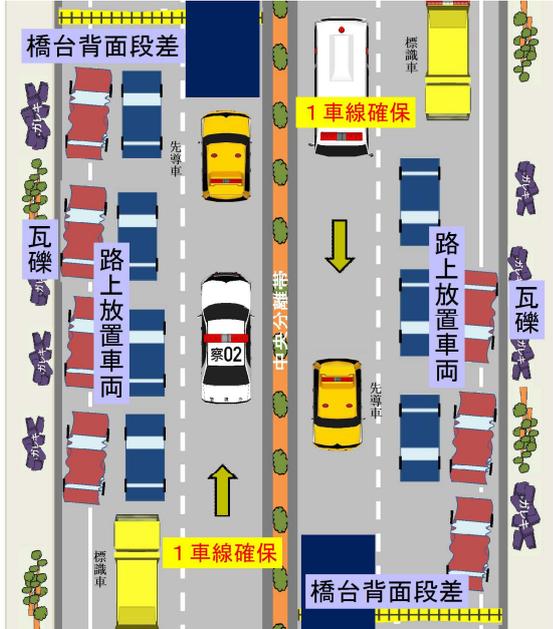


図3.1被害想定範囲の前提条件の概念図

大阪府域における津波被害の特徴として、津波浸水はゼロメートル地帯を通る国道2号、国道26号、国道43号で顕著であり、橋梁や高架を除き大部分の区間が浸水することが挙げられる。平面区間の長い国道2号や国道26号の浸水区間では、自然排水に時間を要するためこの間は啓開作業を行えない。東日本大地震では、平野部では標高2~4m、三陸沿岸では標高6~10m範囲に浸水区域が拡大したのに対し、大阪では沿岸部の標高0m付近に集中する。海岸からの津波到達距離は三陸の気仙沼港や志津川港では1.5~3.0kmとされている²⁾。大阪の浸水は中心部では海岸線から約10kmまで到達する。これは、東北の沿岸部と比べゼロメートル地帯が内陸まで広がっているためである。

(1)地震発生に伴う路上放置車両

a)路上放置車両の算出方法

地震直後の路上放置車両の算出方法は、下記順序に基づき実施した。

- ① 1車線当りの交通量の算出 (H22道路交通センサス)
- ② 交通量密度 (混雑時平均旅行速度) の設定
- ③ 地震直後に走行中の路上台数を放置車両として算出

上記①~③の結果に従い、区間別の放置車両を算出し

た。算出条件は、上下2車線分の啓開に必要な数量とし、センサスで示される区間別にとりまとめ、集計した。

b)放置車両算出結果

表3.1に放置車両予測算出結果を示す。大阪府直轄国道全体 (上下2車線確保分) では、9,183台となった。

表3.1 放置車両の算出結果 (上下2車線)

路線	延長 (km)	放置車両予測数量※ (台)
国道1号	28.5	1,996
国道2号	6.2	287
国道25号	22.5	1,340
国道26号	59.6	2,900
国道43号	9.8	398
国道163号	15.8	735
国道171号	28.2	906
国道176号	12.3	621
合計	182.9km	9,183台 (50台/km)

大阪府内直轄国道における放置車両台数は、交通量のピーク時を条件として1km当たり約50台となる。参考までに、兵庫県南部地震で検討された放置車両台数では、早朝時間帯の交通量のため最大6.2台/kmと比較的少ない結果が示されている³⁾。首都直下地震で検討された試算結果では、首都圏内の直轄国道延長157kmに対し路上車両が24,400台と推計され、150台/kmとなっている⁴⁾。首都直下地震の例では、国道全体幅の放置車両を推計しているため、上下2車線分の大阪版とは条件が異なる。

(2)国道上に堆積する瓦礫諸量の算定

a)瓦礫諸量の算出方法

国道上に堆積する瓦礫諸量の算出は、非浸水域と浸水域に区分して行った。

- ①非浸水域：市町村における躯体系の災害廃棄物 (揺れによる倒壊、津波、液状化、火災等) を国道面積換算して、市町村別の国道上の堆積量を算出 (図3.1)。
- ②浸水域：①で得られた災害廃棄物に加え、津波堆積物 (津波による堆積厚さ (4cm) ⁵⁾ を加算した堆積ボリューム) を算出。

b)瓦礫諸量算出結果

大阪府下全域の災害廃棄物・津波堆積物の合計は3,750万m³ (2410万t) と推計される。この瓦礫諸量は、大阪ドーム換算で30杯分である。東日本大地震における震災廃棄物の総量は2260万tである⁶⁾ことから、大阪府下での瓦礫想定量は東北の被災地全体のボリュームに匹敵する。一方、直轄国道上 (上下2車線分) に堆積すると考えられる瓦礫量は、6.4万m³と見込まれた (表3.2)。これは大阪ドーム換算で0.1杯ほどの量となる。

表3.2瓦礫量算出結果 (府下全域、国道上)

単位	瓦礫					
	大阪府全域			国道上(上下2車線分)		
	合計	災害廃棄物	津波廃棄物	合計	災害廃棄物	津波廃棄物
t	24,155,451	18,478,760	5,676,691	39,730	31,553	8,177
m ³	37,558,098	33,669,953	3,888,145	63,996	58,418	5,578

瓦礫諸量を国道延長183kmで除すると、平均35cmほどの瓦礫堆積高さとなる。この堆積高さについて、路線別に特徴を示したものが表3.3であり、平均堆積厚さの差が顕著である。特に国道1号、国道2号、国道163号で平均堆積厚さが50cmを超える。この理由として、木造家屋の割合が多く、液状化による被害（災害廃棄物発生量約20万t）が大きい市（守口市、寝屋川市など）がよる影響が考えられる。これらの地域は他市と比べて沖積地盤が広範囲に分布し、揺れや液状化による倒壊が発生しやすいという特徴を反映した結果となった。

表3.3 瓦礫堆積量の路線別堆積厚さ

路線	延長L (km)	瓦礫堆積量V (m ³)	平均堆積厚さ V/L (cm)
国道1号	28.5	25,191	88
国道2号	6.2	8,300	134
国道25号	22.5	5,698	25
国道26号	59.6	10,454	17
国道43号	9.8	4,554	46
国道163号	15.8	9,030	57
国道171号	28.2	302	1
国道176号	12.3	468	4
合計	182.9	63,995	35

注) 網掛けは、平均厚さが50cmを超える路線を示す。

兵庫県南部地震の空中写真撮影から判読した国道2号での瓦礫堆積推計式³⁾では、国道上に堆積する瓦礫高さhは、瓦礫幅(a)を用いて、(1)式で表される。

$$h = 0.32 \times a + 0.853 \dots \dots \dots (1)$$

h : 瓦礫高さ (m)

a : 震災瓦礫幅 (m) : 建物階数や建ぺい率, 用途地域による変数

この推計式を大阪府公表データに基づき大阪府の直轄国道で試算すると、5cm~200cmの幅を持つ堆積高さとなる。また、住居地域や商業地域における木造住宅の堆積厚さは約150cmとなり、国道2号の堆積厚さとほぼ一致し、準工業地域における堅牢建物の瓦礫堆積高さは数cmとなり、国道171号、国道176号の平均堆積厚さと概ね一致する。すなわち阪神大震災の瓦礫堆積の推計式と、大阪国道の国道上の瓦礫堆積高さは合致する結論を得た。

(3) 液状化に伴う橋台背面の段差被害の想定

大阪国道事務所管内の橋梁は、地震に伴う落橋や倒壊等の甚大な被害の発生可能性は低いとされている⁷⁾。

しかし、地震時に橋台と盛土との境界における段差被害により道路啓開に大きく影響を与えることが懸念されるため、地震時の液状化に伴う橋台背面の段差被害について検討を実施した。

a) 段差被害の推定方法

直轄国道に架かる管内の327橋梁について、以下の手順で段差量を推定した。

- ①一次検討として、盛土高とPL値（液状化可能性指数）により詳細検討橋梁を4橋抽出した。
- ②抽出した4橋について、地盤条件、橋梁形式、地形条件、地震波を与えた詳細解析法にて動的変形解析（FLIP[®]）を実施し、橋台背面段差を算出した。
- ③今回、詳細法にて得られた検討結果に加え、大阪府が実施した同条件での結果（大日高架橋）を含む5橋について地盤条件や盛土条件で相関を取り、他の橋梁に適用し、全橋の段差を算出した。

b) 段差被害算出結果

①一次抽出の結果、盛土高、PL値、浸水深に基づき、国道26号(a)大和川大橋、(b)堅川橋、国道43号(c)辰巳橋、(d)正連寺川橋、の4橋を抽出した。

②詳細解析の結果、橋台背面の段差は、10cm~最大57cm発生することが判明した（表3.4）。

表3.4詳細解析結果による橋台背面段差

橋梁名	PL	盛土高 (m)	液状化沈下量 (cm)	せん断変形量 (鉛直) (cm)	合計沈下量 (液状化沈下量 + せん断変形量) (cm)
大和川大橋	30.0	8.00	4.70	6.90	11.60
堅川橋	50.4	4.20	14.80	42.60	57.40
辰巳橋	45.0	6.90	2.76	11.40	14.16
正連寺川橋	48.1	3.70	5.64	4.70	10.34
大日高架橋	39.3	5.95	11.00	15.00	26.00

※大日高架橋は、同条件で別途大阪府が実施した結果を示す。

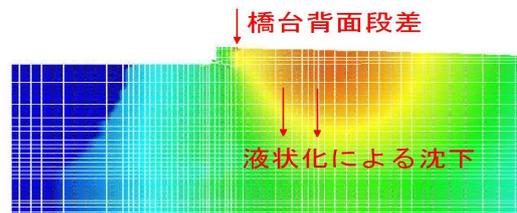


図3.2橋台背面段差解析の概念図

③他の橋梁への適用結果

詳細解析により得られた結果（盛土高と沈下量の相関）を、管内全327橋へ適用したところ、下表に示す段差結果を得た。

表3.5管内橋台背面段差被害の想定結果

橋台背面段差被害	単位	路線別								合計 (箇所)
		1号	2号	25号	26号	43号	163号	171号	176号	
段差高さ S(cm)	10cm≧S	9	2	1	27	6	2	2	1	50
	10cm<S≦30cm	6	0	0	4	2	0	1	0	13
	30cm<S≦50cm	5	2	0	11	15	0	1	1	35
	50cm<S	0	0	0	4	0	0	0	1	5
	合計	20	4	1	46	23	2	4	3	103

段差高さは最大57cmである。全327橋のうち103橋である約32%が10cm以上の段差が生じる結果となった。段差発生箇所のほとんどが50cm未満の段差のため、土のうと敷鉄板による応急復旧で対応可能である。またPL値の高い沿岸部の国道43号や国道26号、淀川に近い国道1号枚方市域において段差発生が多い傾向にある。

東日本大震災における橋台背面の段差被害は、1504橋のうち異常が認められたのが364橋（約24%）と報告されている⁹⁾。段差量の分類は確認できないものの50cm以下や50～80cmの被災事例から段差量の絶対値は一般的なレベルといえる。中越地震の報告例では、73箇所50cm未満の段差が発生している。10cm超の単位延長当り段差発生箇所数をみると、関越・北陸自動車道では0.79箇所/kmとされ、大阪国道管内の段差発生数は0.55箇所/kmとやや少ない¹⁰⁾。これは中越地震のデータでは背面盛土以外に横断構造物の段差を含むためと考えられる。

4.必要な資機材等の整理

大阪府内直轄国道上で想定される3種の被害を受け、道路啓開を進めるために必要となる資機材や復旧工法の検討を行った。資機材の整理フローを下記に示す。

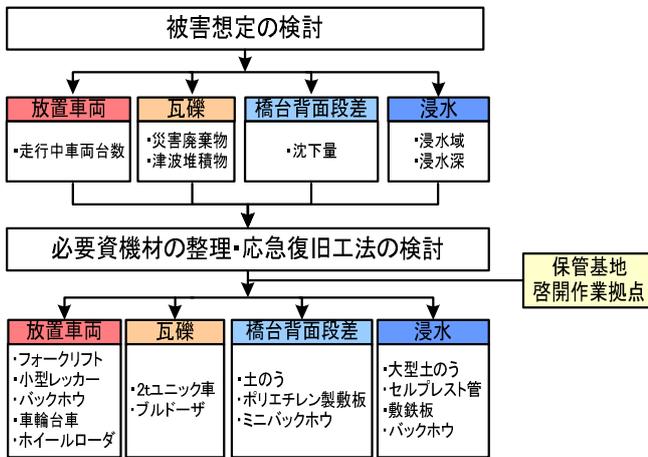


図4.1資機材の整理と応急復旧工法の検討フロー

(1) 重機の標準パターンの整理

道路啓開に必要な重機の標準パターンを表4.1に整理した。啓開作業では、先に述べた3種の被害に加え、交通規制が必要となる。この仕様に基づいて道路啓開に必要な資機材の数量を算出した。

表4.1主な重機の標準パターン

啓開作業内容	必要建設機械	必要運搬車両	手配先
区間規制	パトロールカー	-	出張所
	標識車		
放置車両の移動	フォークリフト	4tトラック	各建設業協会
	小型レッカー	セミトレーラー	
	バックホウ	-	
	ホイールローダ	-	
橋台背面の段差復旧	-	ミニバックホウ	各建設業協会
	-	4tトラック	
	-	10tダンプ	
	-	2tトラック	
瓦礫の撤去	2tユニック車	セミトレーラー	-
	ブルドーザ	-	

(2) 資機材・重機の配置を決める復旧仕様の設定

想定された被害に応じ、必要な資機材の整理を行う

にあたり、瓦礫の撤去や放置車両の移動、橋台背面の段差復旧などの啓開方法を検討した。啓開実施部隊の隊列イメージを図4.2に示す。



図4.2道路啓開の隊列部隊のイメージ

(3) 応急復旧や資機材などの仕様

応急復旧や道路啓開に必要な資機材仕様を表4.2に整理した。表4.1に示す重機と表4.2に示す資機材を組み合わせて応急復旧を実施していく。この仕様に基づき、必要な資機材や重機について、直轄国道の路線・区間ごとに数量を積み上げ、総量を整理する。

表4.2必要な資機材の標準仕様

用途	資機材名	使用する重機
区間規制	指定区域看板	-
車両移動	吊上ベルト	バックホウ
瓦礫処理	吊上ベルト	2tユニック車
段差復旧	土のう袋	
	ポリエチレン製敷鉄板	
	砂	
	土のう製作器	

応急復旧の一例として、橋台背面段差の復旧仕様の姿図を図4.3に示す。

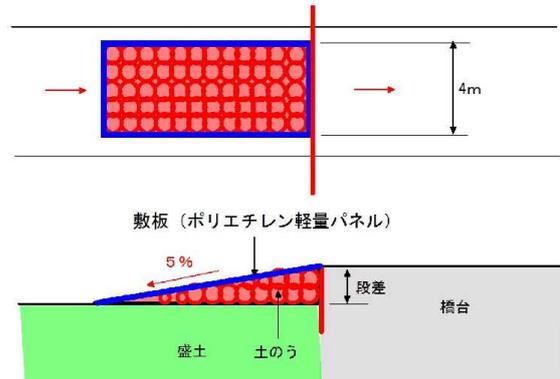


図4.3段差復旧の姿図

5.大阪府版道路啓開計画の策定

大阪府内の重点14路線における直轄国道に対し、南海トラフ巨大地震発生後の緊急車両通行に必要な上下2車線の確保を目的とし、管内直轄国道の道路啓開に係る、

被害想定試算結果と必要な資機材・重機の試算結果を受け、大阪府における道路啓開の具体的な計画を策定する。表5.1には、大阪府内重点14路線における直轄国道で具体的な道路啓開計画を策定するための課題とシナリオを示す。

表5.1大阪府内道路啓開計画策定のための課題とシナリオ

啓開計画実施上の課題	啓開計画策定シナリオ
道路啓開実施方針策定	路線毎・区間毎の地形地質、道路管理上の課題とアクセスルート検討
啓開に必要な数量算出	資機材、重機、人員の計画を路線毎、区間毎に算出
タイムラインの策定	3種の被害想定結果を72時間以内に啓開完了するためのタイムライン策定
啓開業者の割付	拠点事務所と地元建設業協会との協定締結と協議の上割付計画実施
サポートマップの作成	啓開ルート(広域、基幹、アクセスルート)と拠点、資材を明示
啓開マニュアル作成	大阪版道路啓開の手引き書を作成し、運用を図る
ボトルネック箇所抽出	浸水域における道路啓開上のボトルネック箇所を抽出
GISデータ管理	全ての位置情報、道路情報、施設情報、被害情報、啓開計画などを一元管理し、GISで運用・追加・更新を実施

道路啓開計画の具体的なアウトプットとして、①道路啓開実施方針、②道路啓開に必要な数量、③タイムライン、④啓開業者割付、⑤道路啓開サポートマップ、⑥啓開マニュアルとした。大阪版啓開計画に際し、道路啓開上のボトルネック箇所の抽出を行い、GISデータや三次元データを有効に活用し、今後の活用計画を立案した。

(1) 道路啓開条件の設定

①タイムラインの設定

道路啓開実施計画については、瓦礫の撤去、段差復旧、車両撤去に加え、拠点までの移動や準備工を考慮した上で、道路啓開の目標である72時間以内に完了できるように、タイムライン設定を行った。

②浸水域における道路啓開進行方向の設定

大阪府内で、大阪市の中心街を通る国道2号、国道26号、国道43号では津波による影響(特に浸水)が大きいため、東から西方向、南から北方向への道路啓開計画を策定した。

③人員・資機材等の体制

構築迅速な道路啓開に向け、想定される被災量を想定し、直轄国道を路線別、さらに区間別に区分し、各区間

別の資機材や班体制を計画した。道路啓開担当(指揮担当)の割付と啓開指示にあたる職員の体制を確保できるように、移動シミュレーションを実施し、計画した。

(2) 道路啓開実施方針

路線別に、道路啓開実施上の課題を整理し、その解決を図るための実施方針と対応策を検討した。事例として国道1号の方針例を表5.2に示す。

表5.2道路啓開実施計画(国道1号の例)

区間	道路啓開実施上の課題及び道路啓開実施計画
国道1号	<p>【道路啓開上の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> △段差復旧に時間を要する。 ×大阪市北区(起点)～大阪市都島区にかけて浸水し、道路啓開が不可能となる。 <p>【道路啓開の実施方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎進入ルートからの両押しによる道路啓開を実施。 ◎パーティー数を増やし、時間短縮を図る。段差復旧には単独のパーティを導入する。 ◎北部広域防災拠点からのアクセスは近畿自動車道(基幹ルート)を利用し、時間短縮を図る。 ◎高速道路からの支援等により、道路啓開の時間短縮を図る。 <p>⇒国道1号は72時間以内(道路啓開タイムライン：46時間)での啓開が可能となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎浸水域を除く範囲を優先的に早期に道路啓開を行う。

(3) 道路啓開上のボトルネック箇所の抽出

道路啓開を行う上でボトルネックとなる箇所を抽出した。例えば浸水箇所として被害が予想される国道43号では住宅地は浸水域であるものの、道路面が高架構造となる特徴がある。これら浸水域で浸水縦断面図を作成し、道路啓開上のボトルネック箇所を抽出し啓開計画へ反映した(図5.1)。

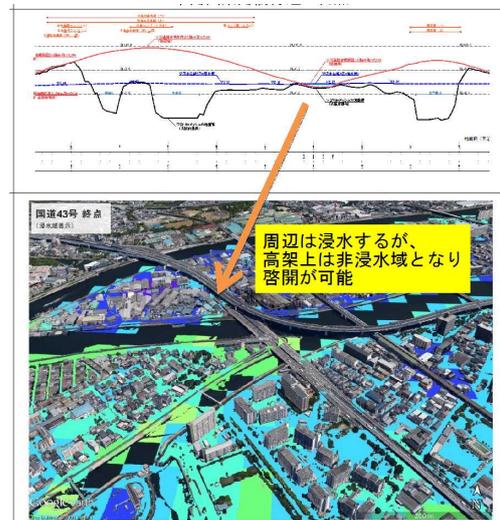


図5.1浸水縦断面図による啓開上のボトルネック箇所

図5.1のように、国道43号安治川橋から終点にかけては高架区間が多く国道43号の大部分は浸水しない。しかし、終点付近の佃6丁目交差点付近では一部浸水するため、南側から順次啓開を進めた場合に道路啓開上のボトルネックとなる。この浸水箇所の対策を完了させることにより、阪神高速17号～国道43号北側の啓開が可能となり、大阪側より西側(兵庫県側)への支援が可能となる。

(4) 道路啓開サポートマップの作成

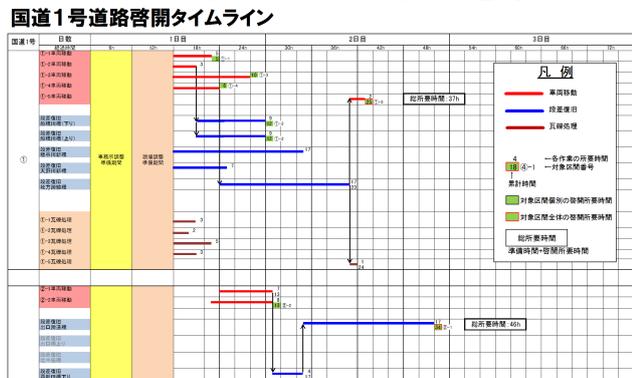
大阪府内の直轄国道に掛かる道路啓開計画を条件に基づき構築した。検討結果は道路啓開サポートマップとして表現し、啓開にかかる拠点、区間割、各被害に関する所用時間（タイムライン）、対応業者、必要な資機材、啓開ルートの設定などを盛り込んだ。事例として国道1号の道路啓開マップ（サポートマップ）の例を図5.2に、タイムライン計画の例を表5.3に示す。



図5.2大阪版道路啓開サポートマップ（国道1号）

作成したサポートマップは、路線全体を一目で視認でき、「誰が」「どの段階で」「どこに」「何をするか」を明確化した。タイムラインには、「どの区間で」「何に」「どのくらいの時間を要するか」を明示し、準備工を含めて72時間以内に啓開を終えるスケジュールを計画した。

表5.3大阪版タイムライン計画図（国道1号）



(5) 大阪版道路啓開の手引きの作成

道路啓開を進める上で、道路管理者として災対法改正に伴う必要な手続きや、上述した道路啓開計画を盛り込んだ「大阪版道路啓開の手引き」を作成した。これを運用・有効活用することで有事への備えが可能となる。

(6) 地元建設業協会等との連携

道路啓開計画の実施には、地元建設業協会等との連携・協定が不可欠であり、直轄国道の区間割、班体制の構築、啓開開始拠点（資機材、ヤード）の事前検討が必要となる。広域緊急交通路には、自専道・重点14路線・

その他路線があり、本報告では重点14路線の道路啓開を進めてきた。この重点14路線へ対応する道路管理者として、大阪国道事務所・大阪府・大阪市・堺市の4者が該当し、これらが一体となって、重複要請とならないよう大阪府全域の調整を進めている。具体的には、本報告内容である大阪府内の道路啓開計画について、地元の各建設業協会等に対し要請を行っているところである。

6.今後の課題と対応方針

(1) 大阪府内道路管理者間の協議

災害対策基本法改正に伴う車両移動の合同訓練を平成27年1月20日に実施した。この結果を踏まえ、道路管理者による車輛移動の課題と対応策について、これまで関係機関協議を重ねてきている。大阪府内の道路啓開計画では、東西の基幹ルートからのアプローチ（近畿自動車道、阪神高速湾岸線）を考えている。今後は基幹ルートの管理者であるNEXCOWest Japanや阪神高速道路株式会社と協議を進め、実効性のある啓開計画を進めたい。また、直轄国道以外の重点14路線との連携を大阪府・大阪市・堺市と図り、一元化していきたい。

(2) 隣接府県や近畿規模との連携

大阪府内の直轄国道における道路啓開計画を策定したところだが、広域支援計画に際し、兵庫県（兵庫国道事務所）、和歌山県（和歌山河川国道事務所、紀南河川国道事務所）と協働していく必要がある。本研究で作成した被害想定データや啓開計画を活用・更新し、オーソライズして近畿全体の道路啓開計画へ反映し、展開していきたい。

謝辞：被害想定算出に当たっては、大阪府危機管理室に、多大なるご協力・ご助言をいただいた。ここに感謝の意を表す。

<参考文献>

- 1) 南海トラフ巨大地震の被害想定(第一次報告、第二次報告), 内閣府防災対策推進検討会議, H24.4~
- 2) 鈴木義宜, 津波による浸水状況, 国土交通省国土地理院,
- 3) 高宮ほか, 震後の道路機能低下の想定手法に関する調査研究, 国土技術政策総合研究所, H24
- 4) 首都直下地震道路啓開計画, H27.2, p10
- 5) 津波堆積物処理方針, (一社)廃棄物資源循環学会, p2
- 6) 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会, 従来の被害想定と東日本大震災の被害, p7
- 7) 大阪国道事務所, 橋梁補強補修設計業務報告書, H26.3
- 8) 液状化による構造物被害予測プログラム, FLIPコンソーシアム
- 9) 地震時の交通機能確保に配慮した道路構造物の技術基準, 国総研・土研東日本大震災報告会資料
- 10) 依藤ほか, 地震時の段差被害に対する補修と交通解放の管理・運用方法について