

# 東日本大震災を踏まえた 道路計画と設計の課題

奥村 誠 (正会員 東北大学 東北アジア研究センター 教授)

## 東 日本大震災の特徴

道路のあるべき姿について考える前提として、今回の大震災で初めてわれわれが体験した、三つの大きな特徴を挙げたい。

一つ目は、津波の被災地を中心に、陸海空の交通の途絶により、広域的に孤立が発生したことである。阪神・淡路大震災(1995年)のときにも確かに道路の途絶はあったが、比較的近くに並行する回路があったし、比較的早い時点で港の啓開ができて、船で支援物資を運ぶこともできた。それに比べると、今回の大震災では津波がれきが航路や埠頭前面の海底に流出して港湾が使えなくなった。がれきによって道路が使えなくなり、ヘリコプターを降ろすための平らな土地も使えなくなった。

二つ目は、余震が結構大きかったということであ

る。特に、4月7日は宮城県、11日が福島県で最大の余震が発生して、せっかく進んできた復旧過程が後戻りした。たとえば一ノ関以北の新幹線は、4月7日の復旧直後に再び不通になった。このような復旧過程の足踏みや遅れというのは、以前の災害にはなかった大きな特徴である。

三つ目は、交通の機能不全が長期的、複合的に拡大したことである。「くしの歯作戦」などで比較的早く被災地への幹線道路の啓開は進んだものの、重機や燃料が運べず、がれきの片付けができない、行方不明者の捜索もできない、物資も運べないという状況が生じた。さらに燃料供給が改善してくると、バスが足りない、中古車が足りないという話も出てきた。このように交通の機能は、多くの条件が組み合わさって、初めて成り立つものであることがわかったが、やはりその根本的な原因は初期の交通の途絶にあったといえる。



写真1 道路の亀裂(県道石巻工業港矢本線)

以上の経験を踏まえれば、地域の生活を成り立たせるためには交通機能の維持が不可欠で、ライフラインとしての道路をどのようにつくり、守るのかを、真剣に考えていかなければならないと考える。

## 道 路ネットワークの 中での重要性

道路を構成する施設の中でも、道路橋については設計能力がずいぶん発展してきている。以前は重力加速度の3割程度の水平力を与え、構造物の最大応力度が所定の範囲に収まるかどうかで



交通関係の復旧状況の推移

国土交通省  
平成 23 年 5 月 12 日 10 時 00 分現在

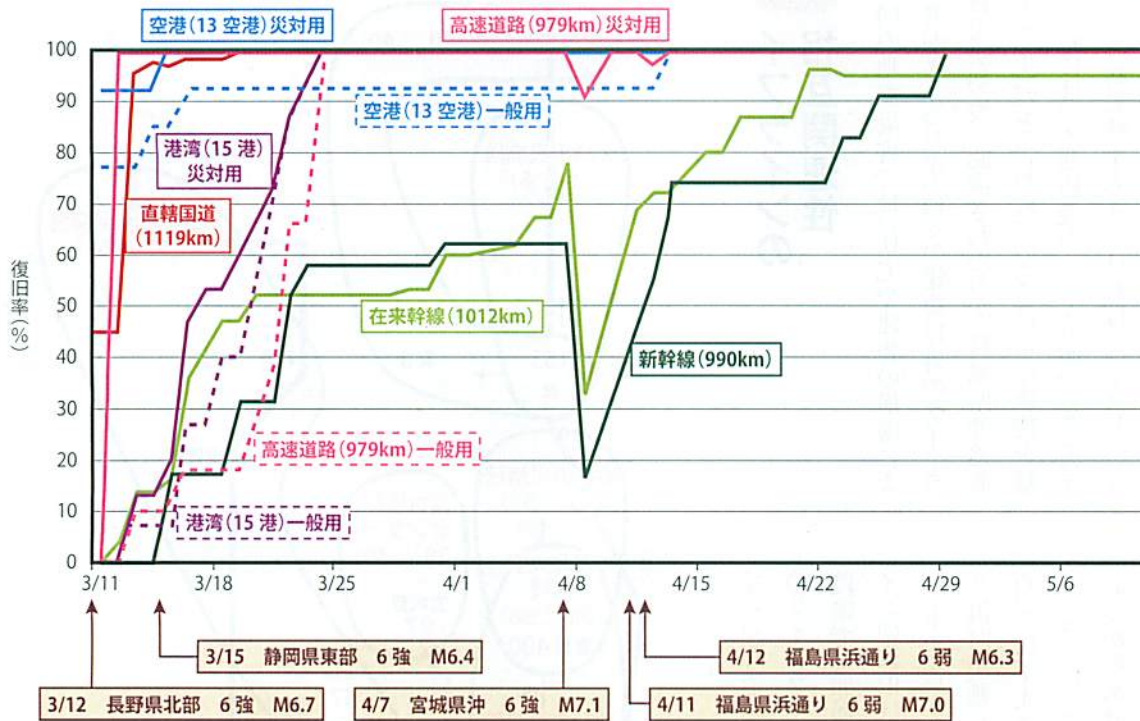


図1 交通機関の復旧曲線 (国交省ホームページより)

簡便に耐震性をチェックしていたが、最近では地域で想定される地震動に基づいて、動的な解析も駆使した設計を行うことが可能となってきた。具体的には橋梁の供用期間中に確実に起こるであろう

レベル1地震動については、弾性変形の範囲で収めるようにして、地震の被害がまったく残らないように設計する。一方、その地域で想定される最大の地震動であるレベル2地震動については、落橋などの致命的な損傷が生じないよう設計するという2段階の設計方法が確立してきた。

しかし、レベル2の地震動に対する要求性能にはさまざまな考え方があり得る。段差の発生や重量制限を認めてもいい場合には比較的安上がりな橋を設計できるし、直後からスムーズに交通を通さなければならぬ場合には、費用がかさんでもがっちりとした橋が設計できるであろう。つまり、道路ネットワークの中で各橋梁の役割を踏まえ、災害時の要求性能をうまく割り振ることが求められている。

このことに関連して、私は近年、大地震による重傷者の病院への搬送を考慮して、耐震化すべき病院と道路橋の位置を求める計算方法について研究を進めてき

ている。ここでは、想定されている市町村ごとの地震による重傷者の分布を与えて、地震後に残る橋を使って、道路網の容量制約の中で必要ならば回をしながら、重傷者を指定救急病院に運ぶことを考える。耐震化により、橋梁の通行可能性や病院の受け入れ容量が変化するが、それが最終的にどれだけの命を救うことに貢献できるのかを検討する。対象地域で複数のタイプの地震が想定されている場合、高速道路のように被災後の利用のために点検作業が必要な道路において、点検チームの配置を事前に計画する問題や、重傷者を病院に運ぶのと同時に緊急医療チームを被災地に派遣することを考え、事前に緊急医療チームの配置を決める問題などの研究も進めてきた。これらの研究を通して、道路ネットワークの中の重要性を明らかにでき、耐震化を重点的に行う橋を選定できると考えている。

ただし、実際に計算を行ってみると、平常から交通の要衝となり交通量が多い路線の耐震化が重要であるという答えが出るのが少なくない。つまり、多くの人が使っていて渋滞なども発生しやすい路線について、平常時の機能強化を踏まえて耐震化を進めるのが実際的であり、今までの道路計画のやり方とそんなに大きくは変わらないことになる。平常時の交通量が少なくても、災害時に使われる病院に接続する道路などの耐震化は必要となるが、その道路の通常時の機能を考えれば、長期的には病院などの重要施設を既定の幹線道路ネットワークに沿って配置していくことが必要になるであろう。

ただ、実際に計算を行ってみると、平常から交通の要衝となり交通量が多い路線の耐震化が重要であるという答えが出るのが少なくない。つまり、多くの人が使っていて渋滞なども発生しやすい路線について、平常時の機能強化を踏まえて耐震化を進めるのが実際的であり、今までの道路計画のやり方とそんなに大きくは変わらないことになる。平常時の交通量が少なくても、災害時に使われる病院に接続する道路などの耐震化は必要となるが、その道路の通常時の機能を考えれば、長期的には病院などの重要施設を既定の幹線道路ネットワークに沿って配置していくことが必要になるであろう。

ただ、実際に計算を行ってみると、平常から交通の要衝となり交通量が多い路線の耐震化が重要であるという答えが出るのが少なくない。つまり、多くの人が使っていて渋滞なども発生しやすい路線について、平常時の機能強化を踏まえて耐震化を進めるのが実際的であり、今までの道路計画のやり方とそんなに大きくは変わらないことになる。平常時の交通量が少なくても、災害時に使われる病院に接続する道路などの耐震化は必要となるが、その道路の通常時の機能を考えれば、長期的には病院などの重要施設を既定の幹線道路ネットワークに沿って配置していくことが必要になるであろう。



## ライ 相互関連性

わが国の地震災害では、住宅や建物の崩壊による犠牲者が多かったが、個々の建物以外のライフラインの被害が初めて認識されたのが、宮城県沖地震（1978年）だと言われている。都市の機能を維持するためには、交通施設や下水道施設などのライフラインの耐震性を考えなければいけないということが出てきた。

次に、阪神・淡路大震災（1995年）で初めて認識されたのが、複数のライフライン被害の相互関連性である。たとえば山陽新幹線の高架橋が落ちて下の道路が使えないとか、国道171号を越え

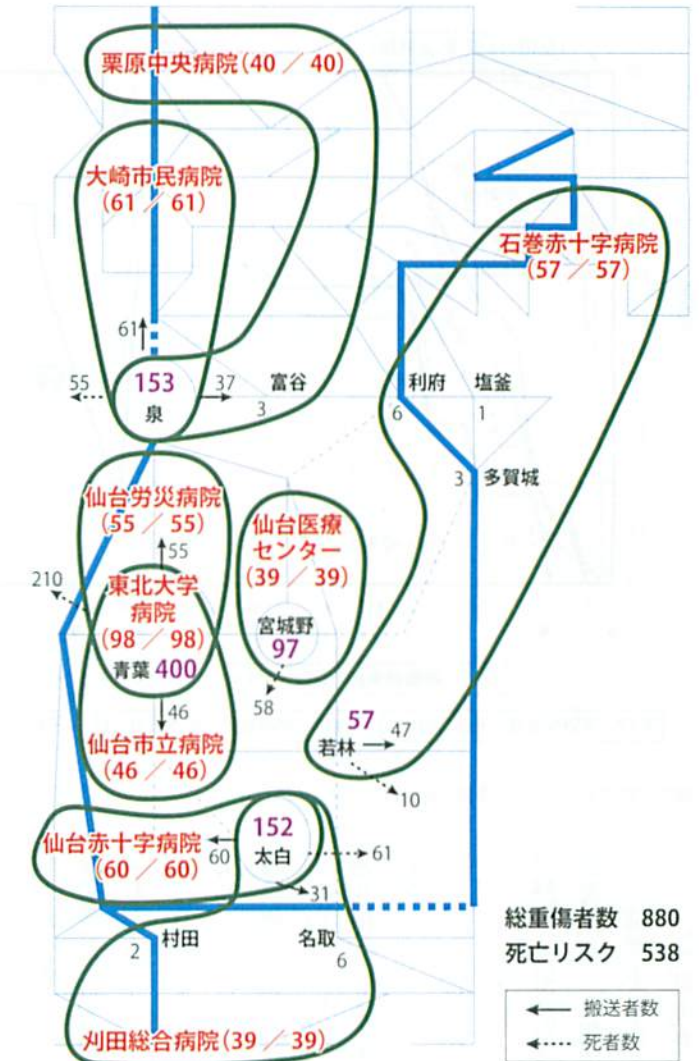


図2 最適耐震化モデルによる重傷者搬送パターン<sup>(1)</sup>

ている跨道橋が壊れて、国道が使えなくなった。このライフライン間の相互関連性というのは復旧の段階でも問題となる。たとえば都市ガスのパイプラインの復旧は、道路が直らないと作業車が入れない。下水道が壊れていると、泥や汚泥がガス管に入り復旧が難しくなる。また下水道のほうが深いため、先に下水道を直さないと2度手間になってしまう。さらに、ガスを供給する以上は、火気の心配があるから水道が直っていることが前提となる。このような相互の関連性のために、都市ガスの復旧には大変時間がかかることが多い。

道路の耐震化にあたっては、このようなライフライン間の相互関連性への配慮が必要である。道路の地下埋設物を共同溝としてまとめることは、ライ

## 防 災害空間としての役割と 道路の空間設計

道路には、交通を円滑に通すという機能のほか、都市の骨格となる空間をつくり、環境や防災のための空間を提供するという機能がある。たとえば消防活動は道路の上の空間を使って行われ、道路によって建物が隔てられていることが火事の延焼を防ぐという機能がある。

都市の中で連続した空間をつくり出すうえで、河川や公園と並んで道路の役割は大きい。防災の機能と交通の機能をどうやって折合わせをするのが問題となってくる。

阪神・淡路大震災においても、隣道の建築物が倒れてきて道路が通れなくなる問題が発生したが、低層建物のがれきはほぼ敷地内に収まるし、高層建物は容積率緩和の見返りとしてセットバックさせることでがれきの飛散を敷地内に抑えることも可能

写真2 落橋後の定川大橋(石巻工業港矢本線)





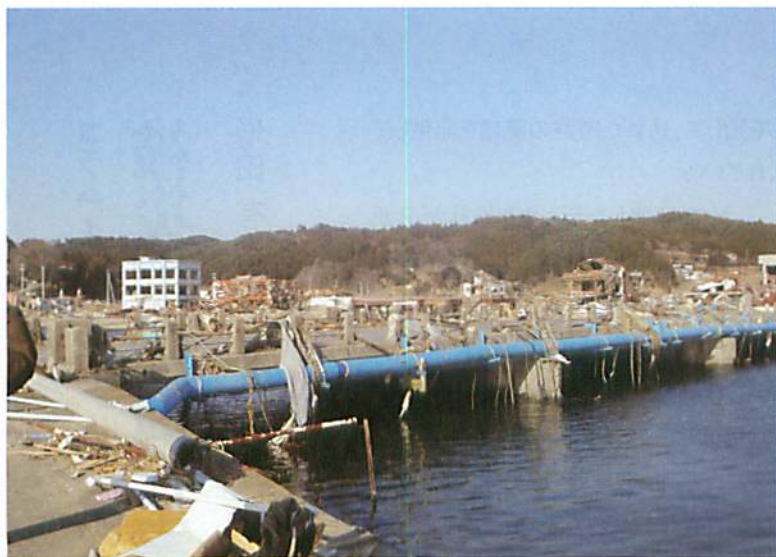


写真3 がれきが付着する国道396号内海橋(石巻市)



写真4 落橋した国道45号歌津大橋(南三陸町)

である。これと比較すると、津波のがれきは発生した敷地内で留まることはなく、広い範囲に漂流し拡散することを防ぐことは難しい。

道路が津波がれきの影響を受けないようにするには、沿道の建物との間に緩衝帯を設けて水路を通し、水流を集中させて浮遊しがれきを誘導するなどの工夫が考えられる。このような空間があれば、道路の啓開作業も容易にできる。しかしその一方で、周りの建物に対するアクセス性という機能は低くなるという問題が発生する。

道路に期待される防災機能や交通機能のトレードオフの関係をどのように整理し、どのように

折合いを付けていくのかは、今後議論を進めていかなければならない大きな問題である。

## こ れからの復興について

われわれがいま一番困っているのは、復旧と復興の基本方針がなかなか決まらないことである。これまでの災害は日本全体が右肩上がりの時代に発生しており、まず100%の状態に復旧することは当たり前で、できれば今までの以上のものをつくって次の復興、発展に備えるという考え方が、暗黙的な了解事項として存在していた。

しかし、今回の震災では、この復旧が復興の前提であるという考え方が揺らいでいる。津波の被害を受けた東北の沿岸漁村は、被災前から人口が減少してきており、もし今回被災した施設を100%復旧したとしても、長期的に使われ続ける見通しが持てない。そのため、着地点をよく考え、復旧を通じて地域が抱えている根本的な問題の解決を図るべきであるという意見が多く見られる。そのような議論に期間がかかり、財源調達問題とも関連してなかなか復旧のスタートが切れないという地域が少なくない。

しかし、時間の経過とともに、地域から人口や産業の流出が進み、復興のための条件がますます厳しくなることを考えると、まずは早急なスタートに重点を置くことが重要であると考えられる。まずは100%の復旧を目指してスタートし、50%くらいにきたところで本当に100%まで直すのか、それとも別の方向に舵を切っていくかを議論するのが現実的であろう。

震災直後に道路の啓開がスタート点であったように、道路の復旧はどのような方向に向かうとしても共通して必要な施策であると考えられる。そのため、道路の復旧を進めながら、より連結性、安全性、空間機能、直しやすさを強化したような道路のあり方を模索していくことが重要であると考えられる。

### 参考文献

(一)奥村誠、堀内智司、佐々木和寛…地震被災者搬送のための道路・医療施設耐震化計画モデル、土木計画学研究・論文集、26巻1号、93～100頁、2009年10月