

大規模地震発生に備えた重要路線橋梁の 復旧シナリオ作成の必要性

大場 宏樹¹

¹正会員 仙建工業株式会社（〒980-0811仙台市 青葉区一番町二丁目2-13）

1. はじめに

大地震発生直後の橋梁等の復旧工事は、橋梁が人名救助・復旧物資輸送等に大きく関係することから、それらに深く関与する重要路線の迅速な復旧は特に重要である。

しかし、被災状況調査・材料調達・作業員の収集・復旧方針決定などが十分に行えない状況にあるため、予想以上の時間を有するのが現状である。

東日本大地震発生時においても、これまでの反省から復旧工事を迅速に行うための対策が実施された。

これらの実施内容が復旧工事フローにどのように影響していったのかを示し、今後、迅速な復旧工事を実施するため、必要な対策・準備の項目を洗い出す。それを参考にして、今後発生する大地震発生に備え、人名救助・物資輸送等に深く関与するであろう路線に位置する橋梁の災害復旧シナリオをあらかじめ作成し、準備しておく必要性を示したい。

2. 復旧工事のフロー

(1) 復旧工事の概略フロー

復旧工事のフローは、概ね以下に示す図-1のとおりとなる。

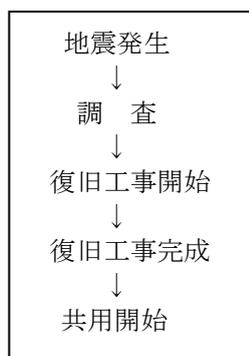


図-1 概略復旧工事フロー

以下に、東日本大地震発生時に実施された事例を基に、迅速な復旧工事を実施する要件を検証する。

(2) 実事例から迅速施工実施する要件の抽出

(a) 調査実施内容

調査内容は、

- ・ 損傷部位調査
- ・ 搬入ルート有無調査
- ・ 足場必要の調査

などであり、この内容にしたがい

- ・ 施工方針決定（施工指示書）
- ・ 施工計画立案

を決定する。

地震発生直後に実施される調査の内容・調査スピードは、復旧工事全体を左右する図-1に示した概略復旧フローを地震発生から復旧工事開始前までに区切り、詳細な内容を示すと図-2のとおりとなる。

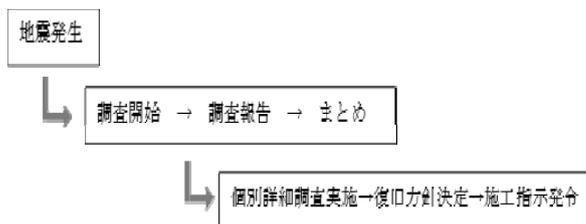


図-2 地震発生から復旧工事開始前の詳細フロー

(b) 調査内容に従った復旧工事方針の決定

復旧工事方針の決定にあたっては、地震災害直後であることを考慮した内容であることが必要である。すなわち、通常の設計で実施する内容では、実施が不可能であることを承知した上で、復旧工事施工指示を発令する必要

がある。

復旧工事を実施するに当たり、通常作業と相違し、迅速性に影響する項目は、

- ・作業用通路確保の困難
- ・材料調達の困難（主材料、仮設材料）
- ・使用機械の手配の困難
- ・作業員手配の困難（作業員も被災者）

などである。

これらの項目が全て満たされた時点で復旧工事を開始することにならないため、上記項目を同時進行させ、準備が完了した作業から順次開始されるのが通常である。したがって準備できない場合は、代用品などを用いるなどの柔軟考えが必要になる。

しかし代用品は品質確保、特に強度確保等に影響するため、その品質を通常から確認しておく必要がある。

また、材料手配等の関係から復旧工事を応急対策工事と恒久対策工事に区分し、応急対策工事を先行させその後、材料入手状況を勘案し恒久対策工事を実施するという考え方も通常に実施されている。余震が継続する状況で暫定共用を開始させることも、迅速な復旧工事求められる内容である。施工指示を発令する際、場合によっては、代用品を使用した状態で橋梁の共用に備える機能確保の判断まで加味するが必要となる。

調査内容から施工方針決定を行う場合には、上記の内容を総合的に判断するための技量を備えておく必要がある。また、これらの総合判断を実施する機関が機能できる仕組みをあらかじめ準備しておく必要がある。

(c) 調査帳票事例

東日本大震災の復旧工事で用いられた調査帳票事例を示す。

この帳票事例からは、損傷部位の情報を得ることができるが、その他、作業通路等の有無に関する情報が明示されていない。総合判断を行うには不明確な点があるため、何かしらの手段でそれらの情報を伝えることが必要あったと考えられる。

今後準備にあたっては、損傷部位の情報に加え、現場状況写真等を添付する必要がある。

図-3に調査帳票事例を示す。



図-3 調査帳票事例

(d) 施工指示書発令と実事例

前掲した調査票を内容整理され発令された施工指示書例を示す。

図-4で施工方針が記述され、図-5により通常のあるべき復旧方法が示されている。

この時点での状況は、鉄筋の搬入が困難であったことまた、生コンプラントが可動できない状況であったことから、当時入手可能であったH鋼350・木材による応急対策方法が図-6、7で提示された。また、応急施工指示書（図-4）では、図-6、7で提示された応急対策施工方法により、当面は桁の移動制限を回復することができること、さらに恒久対策は別途指示することが明示されている。

この施工指示書は、震災直後の状況が加味され、応急対策工事と復恒久対策工事に分離させたことで、地震発生直後の迅速な応急工事の実施に有効に機能した。

図-4～7に調査内容整理から施工指示書発令を示す。また、図-6、7によって実施した写真を写真-1～3に示す。

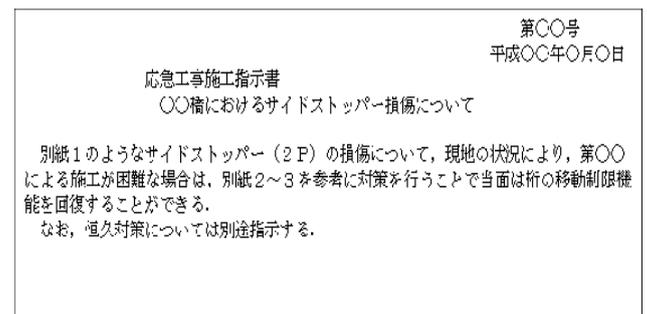


図-4 応急工事施工指示書

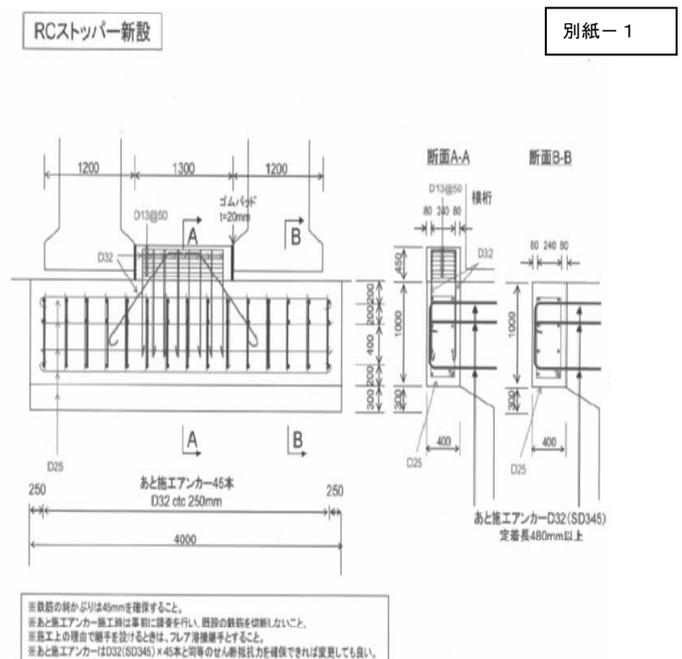


図-5 応急工事施工指示書 別紙1

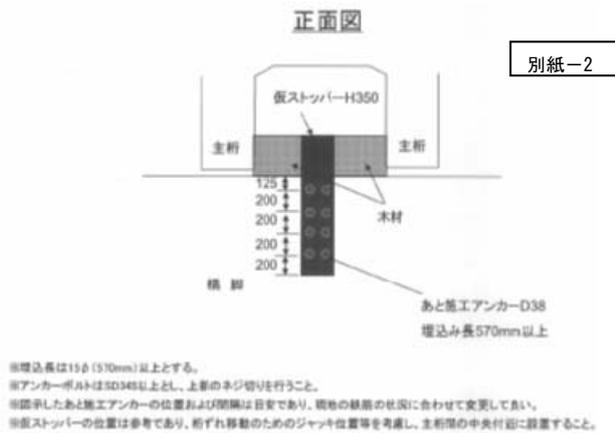


図-6 応急工事施工指示書 別紙2

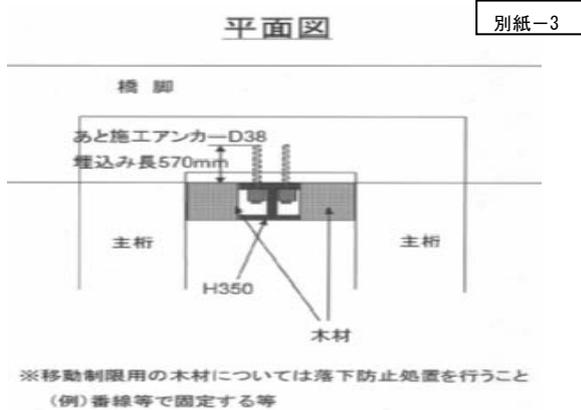


図-7 応急工事施工指示書 別紙3



写真-1 指示書による実施①
(あと施工アンカー)



写真-2 指示書による実施②
(木材による仮ストッパー)

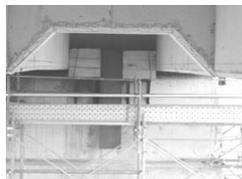


写真-3 指示書による実施③
(仮設完了全体)

(e) 施工指示書発令にあたり整理された事例

上記した事例が実施されるためには、実施できる環境が必要である。

復旧工事開始に当たっては、復旧工事に必要な情報・設計技術・施工技術・資機材搬入また、地権者や各構造物等の管理者等の各関係者との合意形成が必要となる。これらは主に、官側主導で実

施されることが必要である。

図-8は、国土交通省東北地整で実施された内容が後日整理され発表されたものである。

ここでは、

- ① 緊急随意契約による迅速な作業開始
- ② TEC-FORCE（全国の整備局からの応援）による情報収集と対策実施
- ③ 応急組立橋など復旧を迅速に行う工夫が記述されている。¹⁾

被災直後から、体制の確立や資材確保の調整を行わなくてはならない。そのためには、物資調達など組織や情報のネットワークが必要な業務に関しては、全国規模の建設団体の協力が必要不可欠である。

被災時以外にも建設業団体とは、前もって出動要請を受ける場合の連絡方法、作業体制や資機材に関わる情報を確認する必要がある。²⁾

地震発生直後の被害調査を含めた、復旧工事の初動を早めるためには、場管理能力を持つ地元建業者との連携は不可欠ある。人員収合力・材料搬入ルート確保・汎用材料の備蓄・動力燃料（ガソリン、軽油）さらに食料補給や搬入路造成にあたり地主との交渉の有利性等を含め地の利を生かすことができる。

また、連絡網の整備意思決定ルート、情報伝達ルート複線化は常備する必要がある。

以下に図-8を示す。

【応急復旧が早期に完了した要因】

今回の応急復旧が短期間で終了できた理由としては、

- ①緊急随意契約による迅速な作業開始等
 - ・災害時の特例である「緊急随意契約」（会計法第29条の3第4項）により、速やかに工事契約が行えたこと。
 - ・東北管内の施工中の工事の原則中止命令を行うことにより、応急復旧対策に全力を向ける体制ができたこと。
 - ②TEC-FORCE等による情報収集を対策実施に活用
 - ・全国の整備局からの応援（TEC-FORCE）が震災3日目から現地に入り、被災状況の把握が速やかに行われたこと。（ピーク時には63班255人が出動）
 - ③応急組立橋など復旧を迅速に行う工夫
 - ・津波で被災を受けた橋梁のうち、3橋を応急組立橋で速やかに対応
 - ・被災したJRとの立体交差部について、協議により線路上を盛土で復旧して仮設道路を整備
 - ・盛土流出箇所の盛土材として、近隣の工所用残土等の早期活用が図れたこと。
- などが挙げられる。

図-8 国土交通省東北地整での実施内容

3. 復旧シナリオ作成にあたり、整理する事項

(a) 地理的要因（構造物周辺環境）

橋梁はその必要性から、山間地や河川および市

街地に位置しているため、復旧工事実施にあたり大型重機械の搬入が困難である箇所が通常であると考えられるべきである。

したがって重要路線の管理用道路の整備は通常から実施すべきであるが、設計段階から管理用道路設置を盛り込むことが必要である。

具体的には、建設時点で使用した工事用通路は幅員4m程度で残存させ、通常実施する管理用通路に使用するなどの大胆な考えを実施することなどである。しかし、河川を横断する橋梁の水中部に位置する部位に損傷が生じた場合は、以下の例のように河川内に仮設作業通路を設置しなどの対策が講じられている。

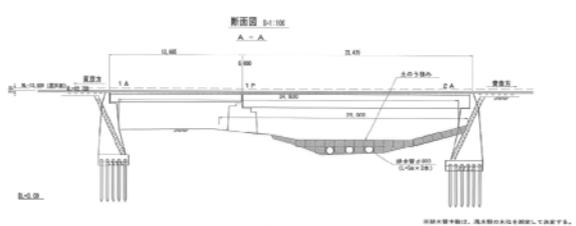


図-9 河川内作業通路計画例



写真-5 実施した河川内作業通路

また、河川内に位置する橋脚まで仮設通路を設置することが困難な場合において、上部工そのものの損傷程度が低い場合は、上部橋桁を利用できる場合がある。

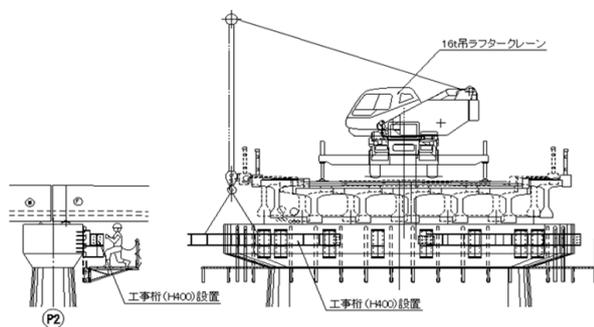


図-10 橋梁上部桁利用例

(b) 構造的要因

構造物を短期間で機能回復するためには、構造物が損傷を受けた場合の構造体の修復と機能の復旧の難易度を考慮して、構造物を構成する部材等

の個々の損傷状態を設定する必要がある。³⁾

したがって、今後新設橋を設計する場合や現在重要路線に位置する既設においても、あらかじめ損傷位置を復旧しやすい位置に移動することも考慮しておく必要がある。

具体例

- ① 橋台、橋脚場合 水中→水上へ移動、
地中部→気中部。
 - ・P5→P1 (P5低水敷, P1高水敷)
 - ・柱基部→柱中間部
- ② 桁の場合
 - ・中間桁→端部桁
 - ・桁本体→支脊部 など

4. まとめ

人名救助・復旧物資輸送等に深く関係する重要路線に位置する橋梁の復旧シナリオを作成しておくことが必要であり、以下の項目を取り入れる。

- ・橋梁の復旧は、重機械が搬入できる通路が必要である。通常管理で使用する管理通路の整備を実施する。
- ・復旧工事に必要な情報、設計技術、施工技術を取込むシステムを構築しておく。
- ・資機材搬入また、地権者や各構造物等の管理者等の各関係者との合意形成ができるシステムを構築しておく。
- ・損傷位置を復旧しやすい位置に移動することも考慮しておく必要がある。
- ・シナリオに従った材料等の備蓄と管理の実施。

参考文献

- 1) 発災後1週間 関係機関との連携/迅速な復旧の準備 (国土交通省東北地方整備局, 東日本大震災の実体験に基づく災害初動期指揮心得, パナックス・ジャパン, 仙台, 2013, 187-199) 2015年7月3日災害 医学抄読会 <http://plaza.umin.ac.jp/~DNet/circle/>
- 2) 【シリーズ】東日本大震災復旧報告: 東日本大震災の対応 - 国道45号の被災状況と復旧の取組み - 総合土木技術雑誌「土木施工」2011年10月号
- 3) 公益財団法人 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説-耐震設計, 2012.
- 4) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説V 耐震設震設計編, 2012.
- 5) 大場 宏樹: 東日本大震災復旧工事等における迅速な復旧工事を行うための施工側からの考察, 第15回性能に基づく橋梁等の設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 379-384, 2012.
- 6) 大場 宏樹: 既設高架橋等の耐震補強工事例などから考える復旧工事の迅速性を妨げる要因, 第18回性能に基づく橋梁等の設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 461-464, 2015.