

地震時早期復旧シナリオの有効性の検討

大林組 正会員 ○堤内 隆広
 大林組 正会員 田中 浩一
 大林組 正会員 江尻 譲嗣

1. はじめに

南海トラフ巨大地震や首都直下地震の切迫性が近年指摘されている。これらの地震に対しては、構造物にある程度の被害を許容することを前提とし、その機能を地震後に短期間で回復できる「復旧性」を考慮する必要がある。この「復旧性」に関して、鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計)は、「地震時の構造物周辺の環境状況の考慮」に言及しており、具体的にどのようにして復旧するかという復旧計画の立案が重要であると示唆している。本稿では、阪神大震災で大きな被害を受けた鉄道高架橋を対象に復旧シナリオを立案した事例を示し、事前に復旧シナリオを立案しておくことの有効性について述べる。

2. 要素技術の調査

復旧シナリオの立案に当たり、最初に復旧工事に適用可能と考えられる要素技術の調査を行った。構造物が大規模な崩壊を生じた状態から、構造物全体を解体して再構築する復旧工事を想定し、解体および構築に関する技術を NETIS (新技術情報提供システム) 等から収集して整理した。解体・構築技術の一例を表-1 に示す。実際の復旧工事にこれらの解体・構築技術を適用する中で、重要と考えられる点について以下に記す。

解体については、電気や水の使用の可否や、倒壊した構造物に重機が近づけるか等の現場条件が、最適な工法を大きく左右する。従って、単に施工速度だけでなく、各工法の制約条件を整理し把握しておく必要がある。

構築については、一部の部材だけが破壊し、それ以外は健全な状態である場合は、健全な部材をそのまま利用することで構築の効率化を図ることが重要である。部材のプレキャスト化は、現場への搬入ルートおよび仮置きヤードが確保できるかを十分考慮した上で採用の可否を判断する必要がある。

表-1 復旧工事に適用可能な解体・構築技術¹⁾²⁾の一例

	技術名称	施工速度	備考
解体	板ジャッキ工法	14m ³ /day (PC橋解体の場合)	・コンクリート構造物解体時の大割りに使用 ・全周切断を必要としないため工期短縮可能 (コンクリートカッターとの比較で切断工程を4割減) ・水道水と同等の水が得られることが条件
	無水集塵式ワイヤーソー	2.8m ² /day (水平切断面積)	・コンクリート構造物解体時の大割りに使用 ・切断速度は通常のワイヤーソーと同程度で、ウォールソーとの比較では工程を約30%短縮可能 ・水の供給が出来ない場所でも使用可能
	パワーブライスター	6.3m ³ /day (無筋コンクリート解体の場合)	・削孔⇒薬剤の装填⇒反応時の圧力による破砕 ・静的破砕剤の反応時間の短縮により、施工速度が向上 ・重機での解体に比べると施工速度は落ちるが、重機が近づけない場所でも施工が可能
構築	コリジョンジェット工法	－ (ブレーカ等による人力での 研りに比べ工程20%減)	・コンクリート増し打ちなどのための、鉄筋の露出や既存コンクリート表面の目荒らしに使用 ・水道水と同等の水が使用できる(10m ³ /台・日)ことが前提になるが、研り作業の工程短縮と同時に、研り深さの機械的な制御が可能
	鉄筋ジャバラユニット工法	－ (現場での鉄筋組立に比べ 工程40%減)	・鉄筋を特殊結束線を用いて工場で組み立ててユニット化し、それを折り畳んで搬入し、現場で元の形状に復元して据え付ける工法 ・ユニットは折り畳んだ状態で搬入できるため、仮置きスペースの省スペース化が可能
	プレキャストアーチ式高架橋 「すいすいSWAN」	－ (鉄道高架橋を想定した施工性 確認試験において、工程50%減)	・高架橋をスタンド(柱部材)、半割アーチ梁、横梁&スラブの3種類の部材でフルプレキャスト化して構築する工法 ・運搬上の制約により、短辺幅3.0m、重量30t以下になるように分割

キーワード 事業継続、工程短縮、解体技術、構築技術

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 構造技術研究部 TEL042-495-1111

3. 復旧シナリオの作成例

復旧シナリオ立案の対象は、阪神大震災で大きな被害を受けた鉄道の RC ラーメン高架橋区間とした³⁾。当該区間には約 1.8km の間に約 660 本の柱があり、阪神大震災時には半数以上の約 360 本でせん断破壊を生じ、梁およびスラブの落ち込みを生じた。これらの柱については図-1 に示すとおり、柱・梁・スラブを全て解体・撤去した後に再構築された。柱は鋼板巻立てにより復旧され、巻き立て用の鋼板が柱コンクリート打設用の型枠としても兼用された。

当該区間の阪神大震災当時の復旧までの概略工程を図-2 示す。図中には、調査した解体・構築技術の導入により、解体・構築に要する期間を短縮した工程も合わせて示す。ここで、解体・構築に要する期間の短縮については、以下の仮定により概算した。

当時の解体工程は、カッター工法等による大割り⇒ニブラ等による中割り⇒ハンドブレイカー等による小割りの3段階を仮定した。復旧シナリオでは、大割りを板ジャッキ工法に変更した。これにより、表-1 からカッター工法に比べ4割程度の工程短縮が見込める。すなわち、図-2 中に示す高架橋撤去(2月中旬～4月下旬:80日)のうち、大割りの工程を全体の約1/3の25日程度と仮定すると、大割りの効率化により10日程度の工程短縮が見込める。

当時の構築工程は、柱・梁・スラブを全て撤去した後、図-1 中に示す手順で柱・梁・スラブの構築が行われた。復旧シナリオでは、フーチング上面の斫りの効率化(人力⇒コリジョンジェットに変更)および鉄筋組みのユニット化(鉄筋ジャバラユニット工法を利用)により、それぞれに要する期間が15日程度から12日程度、20日程度から12日程度となり、トータルで10日程度の工程短縮が見込める。

このように、復旧シナリオについて事前に検討し、適用可能な工法を整理しておくことで、復旧工事の工期短縮が可能であることが分かった。また当時の復旧工事では、図-2 よりテナントの撤去到解体・構築と同程度の期間を要したことが分かる。従って、復旧シナリオ作成においては、多大な労力を要するテナント撤去のような、復旧工事を取り巻く環境要因についても抽出しておくことが重要である。

4. まとめ

阪神大震災で大きな被害を受けた鉄道高架橋を対象に、現在の最新の解体・構築技術を適用した復旧シナリオを立案し、工程短縮の可能性を示した。本稿に示すシナリオはあくまで一例ではあるが、地震発生前からこのようなシナリオを立案しておくことが、復旧工事の効率化に有用であると考えられる。また、早期復旧に向けて優先的に解決すべき課題の整理や、クリティカルパスを支配する工種の抽出をしておくことなどが、計画段階での意思決定の迅速化にも寄与するものと考えられる。

参考文献

1) NETIS 新技術情報提供システム, <http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/NewIndex.asp>, 2015 年 3 月
2) 一般財団法人 先端建設技術センター, <http://www.actec.or.jp/>, 2015 年 3 月
3) 運輸省鉄道局: よみがえる鉄路-阪神・淡路大震災鉄道復興の記録-, pp. 266-281, 1996 年 3 月

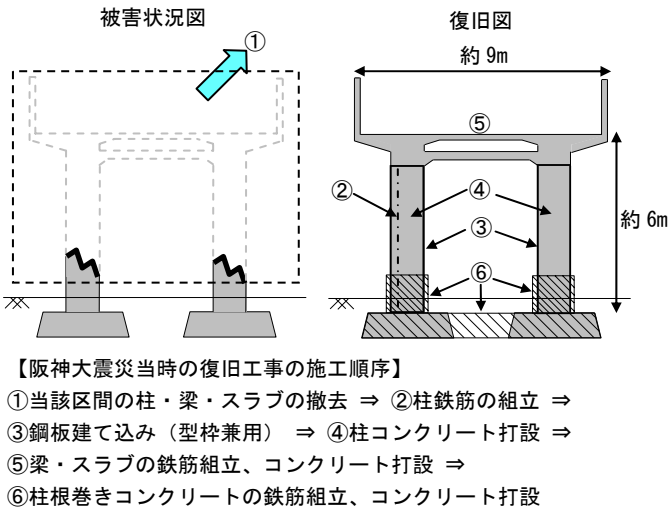


図-1 当該区間の高架橋復旧方法

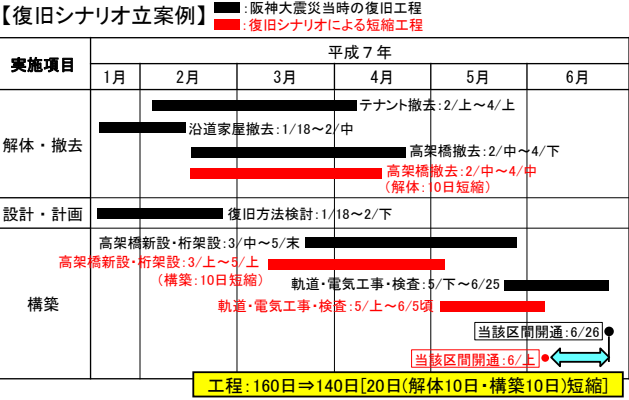


図-2 当該区間の復旧工程