

## 地盤変状が橋の性能に及ぼす影響を最小化するための構造計画の事例

国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 ○星隈 順一  
九州地方整備局 熊本復興事務所 今村 隆浩  
国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 西田 秀明

### 1. はじめに

2016年熊本地震では、地震動の影響だけでなく、橋を支える地盤自体が移動して橋に重大な損傷を与えた事例が確認されている。橋の計画においては、そもそもこのような地盤変状による影響を受けないように架橋位置又は橋の形式の選定を行うことが標準であるが、路線全体の計画に係る様々な諸条件により、やむを得ず地盤変状のリスクがある箇所に橋を計画せざるを得ない場合もある。このような場合には、橋が地盤変状の影響を受けにくくする（鈍感化）とともに、仮に橋に機能的な損傷が生じて、できる限り早期に機能回復することが可能となるように、ハードとソフトの両面から合理性のある対策を講じることが求められている。本文では、熊本県阿蘇郡南阿蘇村において現在架け替え工事中の阿蘇大橋を事例として取り上げ、地盤変状が橋の性能に及ぼす影響を最小化するための計画段階及び設計段階における工夫や配慮について紹介する。

### 2. ルート選定段階での配慮

国道325号に架かる阿蘇大橋は、元の橋の位置から黒川の下流側に約600mの位置で架け替え工事が実施されている。架橋ルートは、①熊本地震による震災を踏まえて安全性が高いルート、②可能な限り早期に復旧可能、③阿蘇観光の玄関口としての機能確保、④地域間交流の保持の4項目を基本的な考え方として設定されたものである<sup>1)</sup>。一方、本ルートは横ずれが支配的な活断層の存在が推定される帯域（以下、「推定活断層」という）を跨ぐ計画となる<sup>2)</sup>。そして、ルート上の地形条件と道路の縦断勾配等を総合的に検討した結果、交差する区間はやむを得ず橋で計画することとなった。そこで、断層変位によって橋に生じる影響の範囲を少しでも小さくする観点から、ルートの線形は推定活断層となるべく直行に近い角度で交差するように配慮した。

### 3. 構造リダンダンシーを高めるための配慮

地盤に生じる断層変位は、その作用特性としての不確実性が大きく、橋が保有する耐荷力や変形能によって耐えられるように設計することには限界がある。仮にその作用特性を設計において具体的に設定したとしても、その想定を超える状況が生じ得ることも考えておく必要がある。

本橋の構造計画においては、推定活断層が横ずれを支配的とする断層であることを踏まえ、このような動きの変位に対して容易には落橋しないように配慮することが可能な構造形式を選定した。すなわち、図-1に示すように、推定活断層を跨ぐ区間は単純桁橋構造とし、断層変位により地盤に追従して下部構造が大きく移動するような状況となった際は、構造部材の破壊を支承で先に生じさせ、下部構造や隣接する上部構造に不測な力を伝達させないように配慮した。これは、下部構造は自立した状態を維持しつつ、単純桁は支承からは外れてはいるが下部構造の頂部で支持され、かつ、隣接する桁には影響を波及させないという考え方である。その上で、下部構造間に生じる横ずれの相対変位に対して単純桁の支点部が下部構造の頂部から脱落しにくくなるように、橋軸方向とともに橋軸直角方向のけたかかり長の確保に配慮をした。

また、深いV字谷となっている渡河区間の構造形式は張出し架設工法によるPCラーメン橋を採用した。推定活断層の動きによって仮に端支点を支えるPR1橋脚が大きく移動したり沈下したりする状況となったとしても、PR1橋脚に設置された支承の破壊を先行させて上部構造と下部構造の接合を分離し、補修に時間を要する上部構造に与える影響が大きくなるようにするねらいである。これは本橋に隣接する位置に架橋されている阿蘇長陽大橋の被災経験<sup>3)</sup>から学び取った発想であり、橋の破壊形態をマネジメントすることによりPCラーメン橋に内在している構造リダンダンシーを引き出して活用しようとするものである。

断層変位のように定量的な予測が難しく、不確実性も大きい作用に対しては、その作用によって橋に生じようとする変形を受け流せるように最終的な橋の破壊形態を予め計画し、その計画した破壊形態となる信頼性が高まるように設計する「ダメージコントロール」の考え方が、構造全体としてのリダンダンシーを高めることにつながると考えられる。

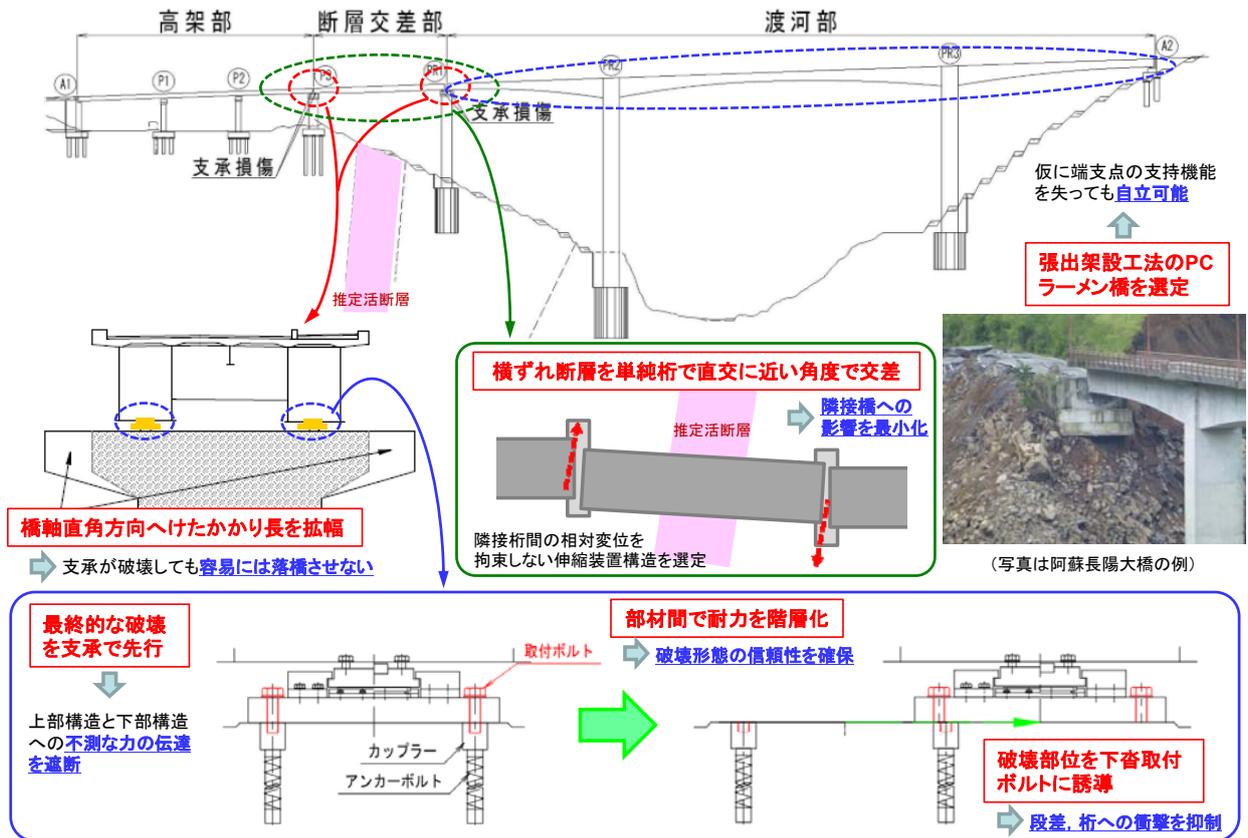


図-1 支保を破壊させて断層変位を受け流すことで橋の性能に及ぼす影響を抑制

#### 4. 機能回復性を高めるための配慮

断層変位に対して、支保の破壊を先行させる戦略を述べたが、支保は様々な部品で構成されており、その壊し方には幾つかの選択肢がある。本橋の設計において着目したのは支保が破壊した後に生じる段差である。支保の上側の部位で破壊させると、それだけ段差も大きくなり、さらに橋座面に脱落する際の衝撃で桁の下フランジに悪影響が及ぶリスクも高くなってしまふ。すなわち、機能回復性の観点からは、図-1 に示すように支保の下側の部位で壊す方がベターな壊し方と考えた。

この他にも、地震後の調査を迅速に実施できるようにする観点から、中空断面内部へのアクセス孔の設置、近接目視調査の際のロープアクセスに必要なインサートを高橋脚には先施工で設置する等の配慮をしている。また、応急的な機能回復を速やかにできるようにする観点からは、多少上部構造がずれた状態でも応急的な供用ができるように単純桁を支持する下部構造の横ばりには予め補強鉄筋を配置するとともに、地震後における桁の応急的な固定装置の設置に備え、そのアンカー定着が容易にかつ確実に施工できるように鉄筋のあきの設計と施工に配慮をしている。さらに、当該の単純桁についてはベント架設で施工を計画し、その施工段階で構築されるベントの基礎を残置しておくことにより、ずれた単純桁の復旧の工期を短くする等の配慮もしている。

#### 5. おわりに

やむを得ず断層を跨ぐ計画となった阿蘇大橋について、その構造計画の戦略と機能回復性を高めるための合理的な工夫や配慮について紹介した。そもそもは地盤変状の影響を受けないように計画をすることが標準ではあるが、本橋で採用されている考え方が想定外への備えという観点で参考となれば幸いである。

**謝辞** 阿蘇大橋のルート及び構造の選定については、九州地方整備局が設置した「国道 325 号ルート・構造に関する技術検討会」で多くのご意見やご助言を頂いた。関係各位に対して深く感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 平敷健太, 福原茂, 湊康彦: 推定活断層を踏まえた阿蘇大橋の橋梁設計について, 平成 30 年度九州国土交通研究会, I 部門, 2018 年 7 月
- 2) 辻芳樹, 星隈順一, 荒牧聡, 平原慎也, 宇土力, 三原真一: 熊本地震で被災した阿蘇長陽大橋の復旧, 橋梁と基礎, Vol. 60, 2018 年 11 月