

## ダンパーの損傷痕跡から推定される津波による気仙大橋の挙動メカニズム

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○中尾 尚史 正会員 森屋 圭浩  
正会員 井上 崇雅 正会員 星隈 順一

**1. はじめに** 津波の影響を受ける橋梁の挙動特性を明らかにするために、現地にて撮影されていた津波の映像や数値解析から津波特性を推定し、その結果と実際の被災の事実関係を基に上部構造への作用力を評価する研究が多い。ここで、被災の事実関係としては、上部構造が流出したかどうかだけではなく、挙動メカニズムの検証の観点からは上部構造が水平力を支配的に受けたのか、あるいは鉛直力を支配的に受けたのかを現場に残された損傷痕跡から明らかにしておくことも重要である。そこで本研究では、津波により上部構造が流出した気仙大橋を対象として、残されたダンパーの損傷痕跡から、気仙大橋の上部構造の挙動メカニズムを検証した。

**2. 気仙大橋の概要** 本研究で対象とする気仙大橋(写真-1(a))は、橋長 181.5m(スパン長は約 36m)で、3 径間および 2 径間の連続鋼鈹桁橋である。気仙大橋に用いられていた支承は、水平力分散型ゴム支承(写真-2)であり、さらに減衰性を向上させるためにシリンダー系のダンパー(写真-3、図-1)が設置されていた。

本橋については、幸左らの研究<sup>1)</sup>により、本橋付近で津波の速度が約 6m/s で、徐々に水位が上昇する流れの特性を有する津波が発生し、この津波により、全径間の上部構造が流出(写真-1(b))したことが、映像及び数値解析から報告されている。

**3. ダンパーの被害分析と想定される上部構造の挙動** 支承およびダンパーの損傷状況を図-1 中に示す。図中の黒色で示したダンパー

は、当初の設置位置を示している。支承は写真から、ダンパーは撤去された実物または写真により損傷状態の分析を行った。なお、本橋に設置されていたダンパーは、一定以上の力が生じなければ、引張および圧縮方向にストロークが動かない仕組みのため、回収時の作業等に伴ってストロークが動くことはないと考えられる。支承は図に示したように桁取り付けボルト、ゴム支承本体、アンカーボルトでの破壊が見られ、破壊部位はばらついており、支承の損傷状況のみから、水平、鉛直のどちらの力が支配的となって破壊したのかを特定することはできない。そのため、本研究では、残存したダンパーの損傷から、ダンパーの挙動として明確な痕跡が残っていた A1G2~G4, P1G2 および G3, P4G3, A2G1 の 7 基のダンパーに着目して調査を行った。A1 G2~G4 のダンパーに着目すると、向きは全て上流側に向いており、またストロークは全て引張方向のストロークエンドに達していた。よって、A1 側の上部構造端部は最終的には上流側に移動する挙動を示したことになる。一方、P1G2 および G3 のダンパーのストロークは引張方向に動いており、G3 のダンパーではストロークエンドに達していた。これらのダンパーの取付け部は鉛直軸まわりに回転可能な構造となっているものの、クレビスに設けられた遊間の範囲で上向きにも動くことができる構造である。このような事実関係から、P1 橋脚の支点位置では、上部構造が上向きに変位し、これに伴ってダンパーもストロークが伸びた状態となったが、クレビスの遊間が閉じ、ダンパー本体に曲げが作用するようになり、G2 のダンパーはストロークが引張の状態のままクレビス部が破壊したものと考えられる。また、G3 のダンパー

キーワード 津波, 橋梁, ダンパー, 支承

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国法)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL029-879-6773



(a) 被災前(提供：東北地方整備局)



(b) 被災後  
写真-1 気仙大橋



写真-2 支承写真(提供：東北地方整備局)



写真-3 ダンパー写真(提供：東北地方整備局)

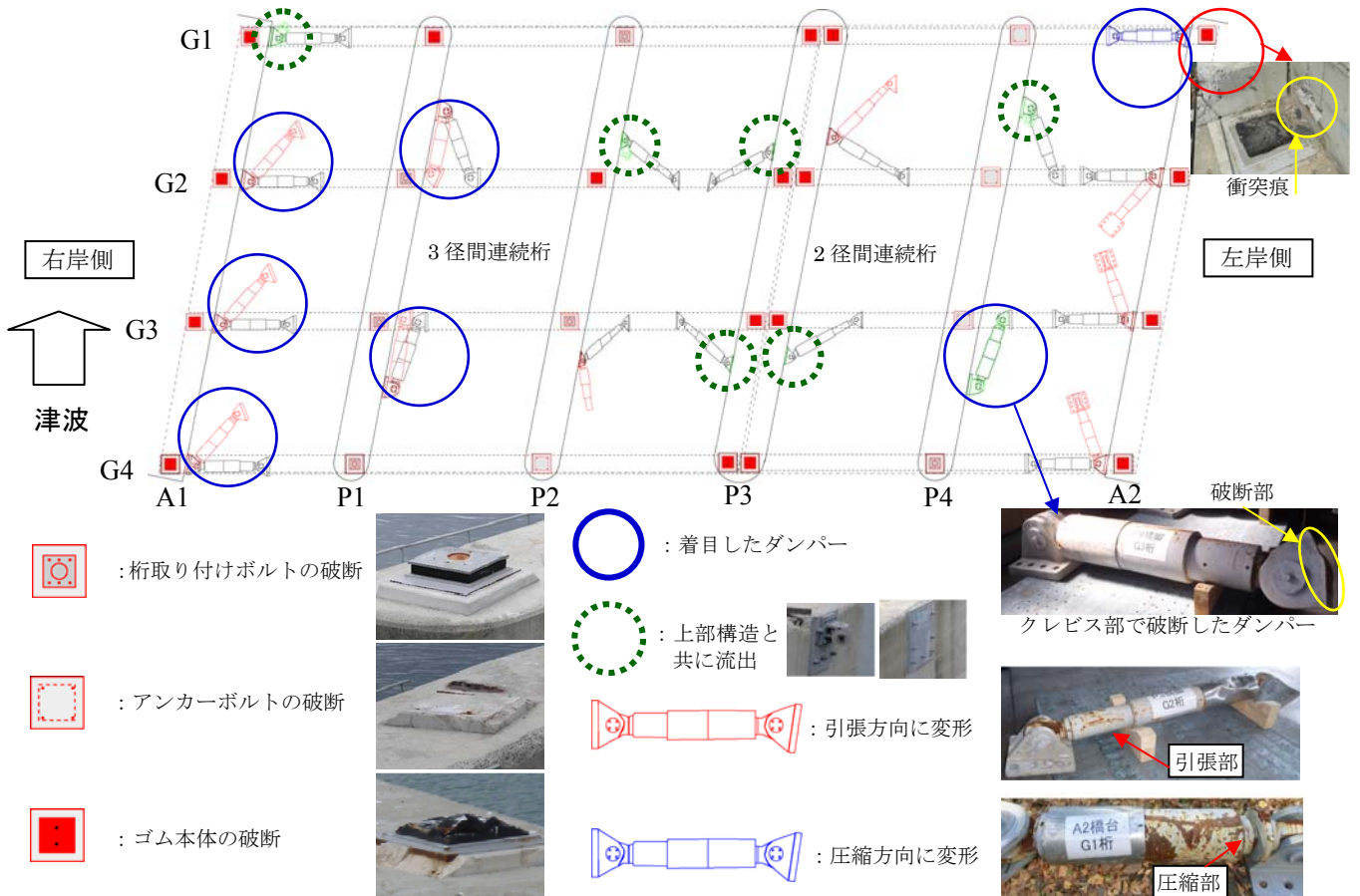


図-1 支承およびダンパーの設置位置と損傷状況 (黒色のダンパー: 初期設置位置, 赤青色のダンパー: 津波作用後の位置)

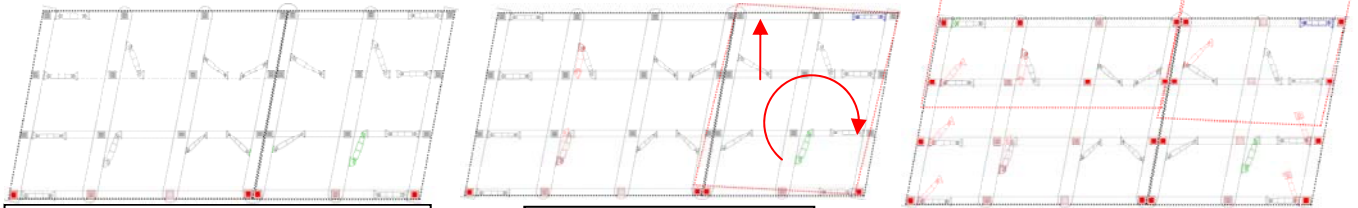


図-2 推定される上部構造の挙動メカニズム

はその後上部構造が上流側に流れようとする動きの中で引張方向にストロークエンドに達し、最終的にクレビス部で破損したのではないかと考えられる。次に左岸側の2径間連続桁であるが、P4G3のダンパーは、ストロークがほぼ中央位置のままであり、向きも変わっていないが、クレビス部において損壊が生じた。このダンパーも上向きの変位が生じたと考えられるが、ダンパーの面外方向へ追従可能な範囲を超えたために、ストロークが引張側に伸びる前に、クレビス部に曲げが作用して、損傷に至った可能性が考えられる。A2G1のダンパーは、ダンパーの向きは変わっていなかったが、ストロークが圧縮方向に縮み、ストロークエンドに達していた。さらに、A2橋台のパラペット部にG1桁との衝突痕が見られた。このような損傷状態から、2径間連続桁は上向きへの変位と鉛直軸まわりの回転挙動が生じたことが推測される。

**5. まとめ** 本研究は、津波により損傷したダンパーの痕跡調査から、津波による気仙大橋の挙動メカニズムについて検討した。その結果、ダンパーの痕跡調査からだけではあるが、本橋における上部構造の挙動メカニズムを次のように推測した (図-2)。①津波の影響による水平力または鉛直力により支承が損壊した後、2連の上部構造がまず上向きに変位する (この時、桁の一部または全体が浮き上がったかは不明)。②左岸側の2径間連続桁が回転する。③上部構造が上流側に流出する。

**謝辞** 本研究で検証に用いたダンパーは、国土交通省東北地方整備局道路部の御協力により提供していただいた。ここに謝意を表す。**参考文献** 1)神宮司博志, 幸左賢二, 佐々木達生, 佐藤崇: 画像及び数値解析手法を用いた気仙大橋の津波被害分析, 構造工学論文集, Vol.60A, pp.271-281, 2014.