

損傷制御型支承に用いるアンカーボルトのせん断载荷実験

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○中尾 尚史

国立研究開発法人土木研究所 正会員 大住 道生

1. はじめに

設計を超過する作用が橋に作用した場合の対策として、特定の部材に損傷を誘導(制御)することにより、橋全体系が致命的な損傷に至りにくくなるように損傷シナリオをデザインする方法がある。著者らグループは、アーチ橋において、支承部に損傷を誘導することにより、橋全体系が致命的な損傷に至りにくくなる設計の実現可能性を示しており¹⁾、これらの知見を基に、所定の耐力で損傷を誘導する支承(損傷制御型支承と呼ぶ)の設計方法の開発を目指している。しかし、損傷制御型支承の設計方法を構築するためには、支承を構成する部品の中で、損傷を誘導する部品や損傷させない部品の耐力やそのばらつきを正確に把握することが重要である。

そこで本研究では、損傷制御型支承の各部品の耐力とそのばらつきを正確に把握することを目的とした。本稿は、損傷制御型支承を構成する部品1つであるアンカーボルトに着目し、アンカーボルトの耐力やそのばらつきを実験により検討した結果を報告する。

2. 実験概要

本研究では、アンカーボルトの材質に SS400材の丸鋼を使用した。これは、アンカーボルトに損傷を誘導する場合、スリーブ管を用いることでアンカーボルトをせん断破壊させることが可能なためである。本実験では、アンカーボルトの径を32φ,38φ,50φにした場合について検討した。

写真-1は実験のセットアップ状況である。反力床(厚さ1500mm)にある貫通穴(内径54mm)を使用し、この貫通穴に実験供試体を差し込み、载荷治具およびジャッキを用いてせん断载荷を行った。载荷中に载荷治具の浮き上がりおよび回転を防止できるように設置した。また载荷治具と浮き上がり防止鋼材との間にフラットローラー、载荷治具と反力床の間に鉄板とグリスを用いることで、これらの間の摩擦を十分低減した。さらに、実験供試体と载荷治具および貫通穴の間にはスリーブ管(S45C)を用いた。ただし50φはスリーブ管を挿入する隙間がなかったため、スリーブ管は設置していない。

実験は、2台のジャッキを用いた単調増加载荷とし、実験供試体が破断するまで载荷した。载荷に際して、载荷治具の左右に取り付けた変位計(共和産業:DT-100A)により、実験供試体にねじりが生じないように監視しながら载荷した。

本研究では、各アンカーボルト径につき5本ずつ载荷実験を行った。得られた結果から、最大荷重(最大せん断荷重)とそのばらつきについて検討を行った。

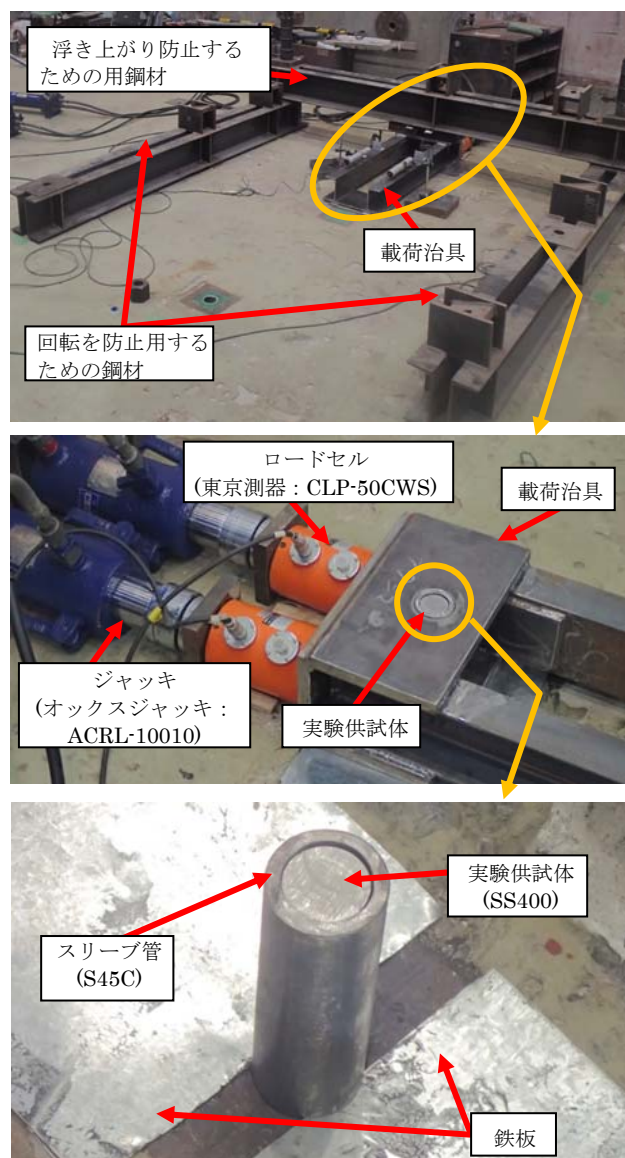


写真-1 実験装置セットアップ状況

キーワード 損傷制御, 支承, アンカーボルト, 耐力

連絡先 〒305-8516 つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

3. アンカーボルト径を変えた場合の最大荷重

図-1は、荷重位置の水平変位と荷重荷重の関係を示したものである。横軸は荷重位置の水平変位、縦軸は荷重荷重である。図より、水平変位が増加するにつれて、荷重増加量が徐々に低下している。そして、最大荷重に達してから急激に荷重が低下し破断に至っている。

図-2は、実験で得られた最大荷重を計算で求めた引張荷重で割って無次元化したものである。本研究では、この無次元化した値をせん断引張比と呼ぶ。ここで、引張荷重は、引張強さ(ミルシートに示されている値を使用)に断面積を乗じて求めた。図中には、せん断引張比の平均と標準偏差、さらにせん断耐力を算出する場合に使用されている係数($1/\sqrt{3} \approx 0.578$)²⁾を示した。図より、各アンカーボルト径におけるせん断引張比は0.75程度であり $1/\sqrt{3}$ よりも大きい結果となった。また、標準偏差は0.01以下であり、せん断引張比のばらつきも小さかった。したがって、SS400材の丸鋼をせん断荷重した場合、アンカーボルト径が変わっても、せん断引張比のばらつきが小さく、せん断引張比は0.75程度になることがわかった。

4. 荷重高を変えた場合の影響

本研究では、荷重高を変化させた場合に、アンカーボルトの最大荷重に変化が生じるのか、別途 SS400の丸鋼(32φ)を用いた荷重実験を行った。実験では、荷重高を125mm～600mmに変化させて実験を行った(図-3)。荷重条件は前述した内容と同様であるが、本実験では浮き上がりは拘束していない。

実験の結果を図-4に示す。縦軸は最大荷重を図-1で示した32φにおける最大荷重(270.1kN、ここでは最大純せん断荷重と呼称)で割った値であり、純せん断荷重に対する荷重荷重の比を表している。図より、最大荷重と最大純せん断荷重の比は1.0程度であり、標準偏差も0.02以下と小さい。したがって、荷重高を変化させても最大荷重に変化が見られず、ばらつきも小さかった。なお、治具に取り付けた変位計(水平、鉛直)から、荷重高が高くなるにつれて、引張力の影響が大きくなることがわかった。

5. まとめ

本研究は、損傷制御型支承を構成する部品の1つであるアンカーボルトに着目し、SS400材の丸鋼を用いた場合のアンカーボルトの耐力やばらつきを実験により検討した。その結果、アンカーボルトの径や荷重高を変化させても、最大荷重に変化は見られず、ばらつきも小さかった。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K04340 の助成を受けたものである。

参考文献 1)中尾尚史, 宮田秀太, 大住道生: 超過外力に対するアーチ橋の損傷制御に関する解析的研究, 第20回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.57-64, 2017. 2) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説II鋼橋・鋼部材編, 2017.

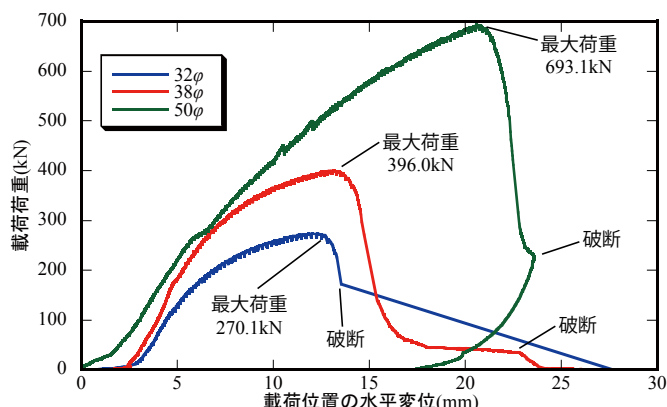


図-1 荷重位置の水平変位-荷重荷重関係

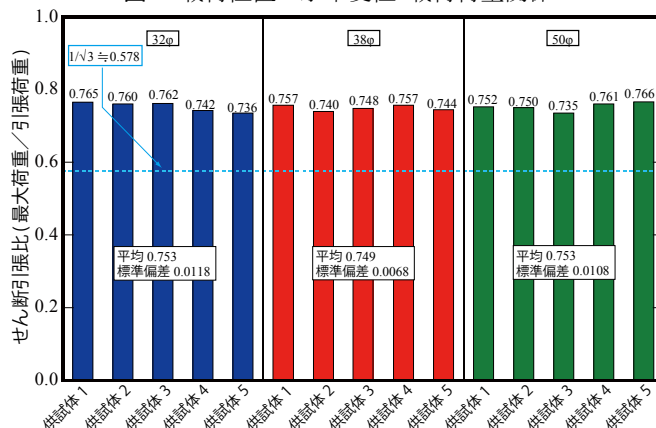


図-2 各アンカーボルト径におけるせん断引張比

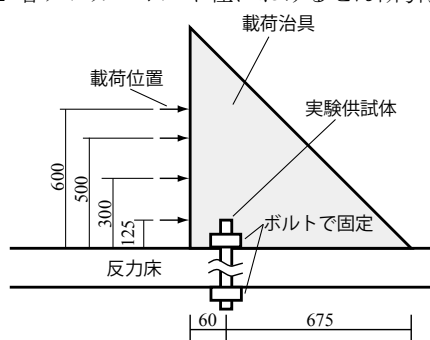


図-3 荷重位置の概略図

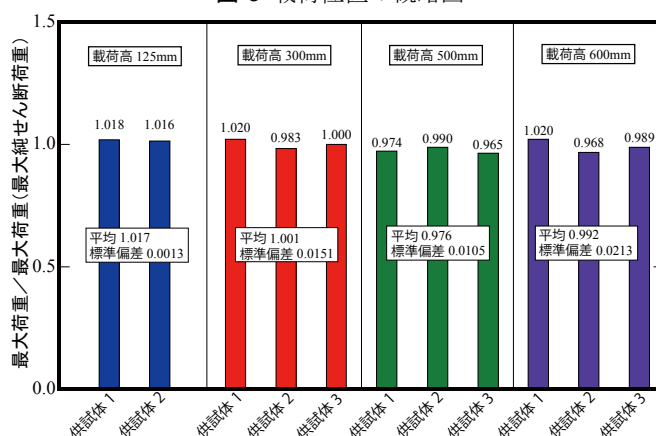


図-4 荷重高を変えた場合の最大荷重/最大純せん断荷重