

供用中のベイリー橋の有限要素解析モデルの構築

長崎大学工学部 学生会員 ○和田悠暉
長崎大学大学院 正 会 員 中村聖三

長崎大学大学院 正 会 員 西川貴文
長崎大学大学院 正 会 員 奥松俊博

1. はじめに

多くの開発途上国で、中小規模橋梁の適切な維持管理がなされていない。なかでも、恒久橋として常用されているベイリー橋と呼ばれる仮設橋の適切な維持管理がなされていないことが多くの国で大きな問題となっている。開発途上国においては多数の仮設橋の架け替えを実施することは経済的に困難であり、信頼性のある点検・診断結果に基づいた適正な補修・補強によって既存の仮設橋の耐用期間を延長せざるを得ない。そのため、供用中の橋梁の調査および計測を行い、ベイリー橋のシミュレーション可能な有限要素モデルの構築を図った。



写真1 ベイリー橋の例（ラオス）



写真2 腐食による断面欠損



写真3 部材接合部のボルトの欠損

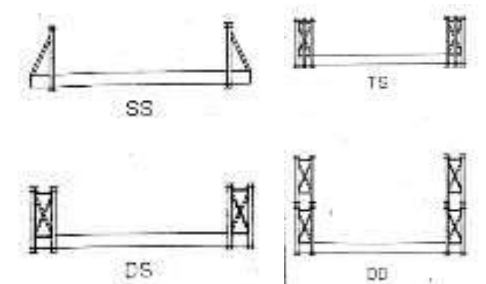


図1 橋桁の構造様式

2. ベイリー橋の供用状況

(1) ベイリー橋

ベイリー橋は写真1に示すような可搬なトラス形式のプレファブリケーション橋梁である。製部材と木製部材を組み合わせで主構増を構成するため、材の運搬や架橋の際に大型重機を必要とせず、コストで短時間に施工することが可能であることが大きな特徴である。そのため恒久橋への架け替えが進む一方で、災害が多発する地域においては一般の交通基盤として使用されている。ベイリー橋の構造的な特徴は上横構がなく、主構部にKトラスが使われていることである。また図1のような橋梁の構造様式があり、要求される規模に応じて形態が異なる。

(2) 供用状況

仮設橋は本来、橋梁構造物の建設時や災害発生時の車両通行路の確保など、一時的な使用を目的とするものである。しかし開発途上国においては、仮設橋であるベイリー橋が恒久橋として長期供用されている。橋梁の新設および維持管理のための十分な予算が確保できていないため、多くの中小規模橋梁は老朽化が著しい状況が普遍化している。ベイリー橋の主要な損傷形態として、写真2、写真3に示す腐食による部材の断面欠損や部材接合部のボルトの欠損が挙げられる。ベイリー橋は重要路線の交通を担っており、定量的な点検・診断に基づく残存耐力の評価と補修・補強、あるいは架け替えが急務な状況といえる。

3. ベイリー橋の調査および計測

本研究では、ベイリー橋の正確な有限要素モデルの構築を目的に、ラオスにおいて現存するベイリー橋の供用状況の調査および劣化・損傷状態での計測を行った。Namthon River Bridge, Namphanai River Bridge, Namyong River Bridge の計3橋を対象とした。それぞれを写真4～写真6に示す。

Namthon River Bridge は 2 径間の DS 構造, Namphanai River Bridge は 1 径間の DS 構造, Namyong River Bridge は 1 径間の TS 構造となっており各橋梁で特徴が異なる. 計測項目は変位と加速度とし, 変位は接触式変位計およびトータルステーション, 加速度は加速度計を用いて計測を行った. 加えて劣化・損傷状態の確認も行った.



写真 4 Namthon River Bridge



写真 5 Namphanai River Bridge



写真 6 Namyong River Bridge

4. ラオスに現存するベイリー橋の有限要素モデル化

(1) モデル化の方法

調査したベイリー橋の有限要素モデルを作成した. モデル化の例を図 2 に示す. ベイリー橋の各部材を梁要素でモデル化し, 部材長や断面諸元, 部材接合や支持条件などの構造諸元・仕様はラオスで行った調査結果に基づいて設定した. また, 現地計測によって得られた実応答に基づいて作成したモデルの検証を行った.

(2) モデルの検討

調査で確認した断面欠損を表現するための断面積の変更, ボルトの欠損を表現するための結合条件の変更によってモデルの検討を行った. また, 材料特性のパラメータを調整して検討も行った.

5. 解析と検討

(1) 耐力に関する解析的検討

集中荷重をプッシュアップすることによって耐力の検討を行った. 本研究では, 降伏応力を先行研究と同様に SM490 の 315N/mm^2 を使用した. どこかの部材が降伏応力に達した時, その時の載荷していた集中荷重を耐力として捉えた.

(2) ベイリー橋崩壊過程の解析的検討

ここでは崩壊の全プロセスを解明することを目的とするのではなく、崩壊の初期過程を推定するものとする. 降伏応力に達した時その部材は補修が必要であるとし, 降伏した部材は破壊したものとしみなすと仮定する. 降伏応力がどこかの部材に出たとき, その部材を取り除いて解析し, また降伏応力に達した部材を取り除くという作業を繰り返し崩壊メカニズムを求める.



図 2 モデル化の例(Namthon River Bridge)

6. まとめ

本研究では実測値に基づいて有限要素モデルを構築し, コンピュータ上でベイリー橋の様々なケースを解析することを可能とした. 本研究で作成したモデルは構造物全体を模したものであるが, 実際には局所的な座屈や塑性化が主な崩壊の要因となるため, より細部まで表現したモデルを作成することが今後の課題として挙げられる.

参考文献

- 1) 西川貴文ら: 開発途上国における常用仮設橋の維持管理問題に関する状況調査
- 2) 西川貴文ら: 構造劣化が進行したベイリー橋の耐力解析に関する基礎的研究