

構造劣化が進行したベイリー橋の耐荷力に関する解析的検討

長崎大学工学部 学生会員 ○中野瑤子
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、常用仮設橋の点検整備手法の基準化を目的に、劣化・損傷が耐荷機構に及ぼす影響を把握することを図った。

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り、1940年代に軍用として英国で開発された。鋼製部材と木製部材を組み合わせることで主構造を構成するため、部材の運搬や架橋の際に大型重機を必要とせず、低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長である。そのため、開発途上国では現在も、軍用ではなく一般の交通基盤としてベイリー橋が使用されているケースが少なくない。

(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荷力の評価と補修・補強、あるいは架け替えが急務な状況といえる。

3. ベイリー橋の耐荷力に関する解析

(1) 解析の概要

本研究では、ベイリー橋の耐荷機構や損傷によるその変化を簡易的な有限要素解析によって再現した。ベイリー橋の構造的な特徴は上横構がなく、橋桁にKトラスが使われていることである。また図1のような橋桁の構造様式があり、要求される規模に応じて形態が異なる。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、部材接合や橋端の支持条件などの構造諸元・仕様は、先行研究¹⁾において収集された写真4に示す組立マニュアルから得た。本研究では、図1に示すSS、DSの構造様式をモデル化し、構造的に類似する一般的な橋梁形式であるトラス橋とベイリー橋を比較することで、ベイリー橋の構造的な特徴を明



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

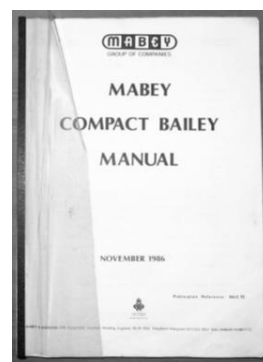


写真4 組立マニュアル

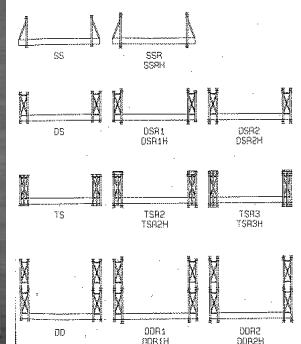


図1 橋桁の構造様式

確にすることを図った．一般的なトラス橋は，無床版で部材の構成がベイリー橋と近い単純下路式ワーレントラス形式の橋梁とした．

(2) 解析ケース

ベイリー橋とトラス橋について，全部材が健全な状態，引張材である支間中央部の下弦材が損傷した状態として断面欠損 25%，50%，75%，100%（部材破断），部材接合部のボルトの欠損について解析を行うこととする．本紙で扱う損傷ケースを表 1，損傷個所を図 2，図 3 に示す．断面欠損 50%は部材要素の断面積を 2 分の 1 にすること，断面欠損 100%（部材破断）は部材要素を取り除くことで表現した．

4. 解析結果

ベイリー橋，トラス橋の健全側主構の支間中央部を図 2，図 3 に示す点 A，点 B とする．どの載荷位置で応力が最大となるか，その応力が部材の劣化・損傷の度合いによってどう変化するかを明確にするため，点 A，点 B における影響線解析を行った．表 2 に示す解析結果から考察を行った．

ベイリー橋は図 4 のように全ケースで載荷位置が支間中央のとき点 A の応力が最大となった．それに対し，トラス橋は図 5 のように全ケースで載荷位置が図 3 に示す点 C のとき，点 B の応力が最大となった．

ベイリー橋の応力負担の変化率は表 2 からわかるように，解析ケース 1<解析ケース 2<解析ケース 3 と表せ，部材の劣化・損傷によって応力が健全側主構に分配されていると考えられる．一方，トラス橋は解析ケース 2 の時に解析ケース 1 よりも点 B の応力が小さかったため，健全側主構の支間中央部の点 B とは違う部材に応力が分配されたと考えられる．しかしトラス橋の解析ケース 3 では，解析ケース 1 より点 B の応力が大きくなったため，ベイリー橋と同様に部材の破断によって応力が健全側主構に分配されていると考えられる．このようにベイリー橋とトラス橋では部材の劣化・損傷によって応力負担の変化に差異が見られた．

5. まとめ

本研究では，構造劣化が進行したベイリー橋の耐荷力について解析的検討を行った．その結果，ベイリー橋とトラス橋で応力が最大となる載荷位置が異なり，部材の劣化・損傷によって応力負担の変化に差異があることを示した．課題として，表 1 に示す 3 つの解析ケースしか本紙では扱えなかったが，前述したその他の解析ケースで解析を行い，より細かく応力負担の変化を見る必要があると考えられる．

参考文献

1) 西川貴文ら：開発途上国における常用橋の維持管理問題に関する状況調査，鋼構造年次論文報告集，24 巻 398 頁～401 頁，2016 年 11 月

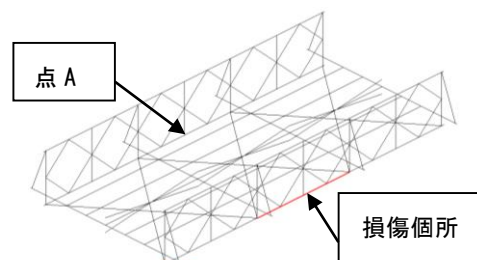


図 2 ベイリー橋

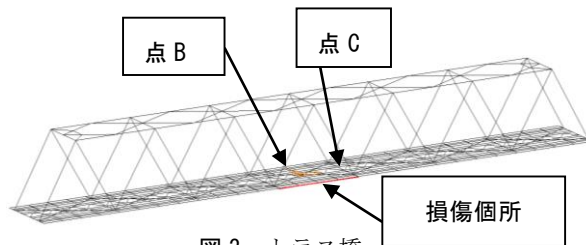


図 3 トラス橋

表 1 解析ケース

解析ケース	詳細	
1	損傷なし	
2	断面欠損(支間	50%
3	中央部下弦材)	100% (部材破断)

表 2 応力負担の変化率 (%)

解析ケース	ベイリー橋	トラス橋
1	100.0	100.0
2	100.4	99.9
3	136.6	100.9

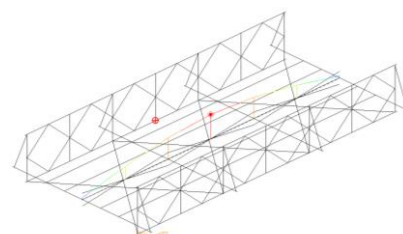


図 4 ベイリー橋（解析ケース 1）

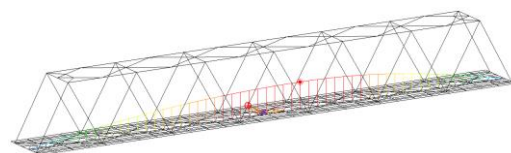


図 5 トラス橋（解析ケース 1）