

## ミャンマー国吊橋の耐震性能照査に係わる報告 2 ～設計図面モデルと現況再現モデルによる解析結果の違い～

日本工営 (株)	正会員	○合田哲朗	野末康博
東京大学	正会員		長井宏平
北海道大学	正会員		松本浩嗣
長岡技術科学大学	正会員		岩崎英治

### 1. はじめに

「ミャンマー国吊橋の耐震性能照査に係わる報告 1」(以降、報告 1 と記載する)では、Twantay 橋の現況の変状を考慮して作成されたモデル(Step5)<sup>1)</sup>を使用した解析を実施した。今後、ミャンマー国に存在する類似構造を有する吊橋に対して同様の耐震性能照査を実施する場合、現況状態を再現したモデル作成には吊材・主ケーブルの張力測定や主塔の傾き計測を実施して解析モデルに反映する必要があると多大な労力を要する。

そこで本論文では、Twantay 橋の設計図面モデル(Step1)及び同橋の現況再現モデル(Step5)<sup>1)</sup>の 2 つのモデルを用いて線形時刻歴応答解析を実施し、得られた解析結果を比較することで現況の再現が解析結果に与える影響を確認する。以下より、設計図面モデル(Step1)を Step1 モデル、現況再現モデル(Step5)を Step5 モデルと記載する。

### 2. 解析概要と断面計算箇所

Step5 モデルの作成概要については、報告 1 に示すとおりである。また、両解析モデルの詳細は文献<sup>1)</sup>を参照されたい。報告 1 と同様に 3D フレーム要素を用いて解析モデルを作成し、全ての要素は線形弾性体としてモデル化している。固有値解析及び時刻歴応

答解析についても、報告 1 に記載した内容と同様の設定で実施した。一方、入力地震波には道路橋示方書 L1(III 種地盤)のみを用いる。

本論文にて比較を行う断面を図 1 及び図 2 に示す。対称性により上流側のみを選定した。

- ① T1 及び T2 における主塔(鋼)基部
- ② T1 及び T2 における主塔(コンクリート)基部
- ③ AN1 及び AN2 のアンカレイジ基礎

T1 主塔では支承条件がピン・ローラー、一方 T2 主塔では支承条件がピンとなっているため、両主塔に対する計算結果を掲載する。

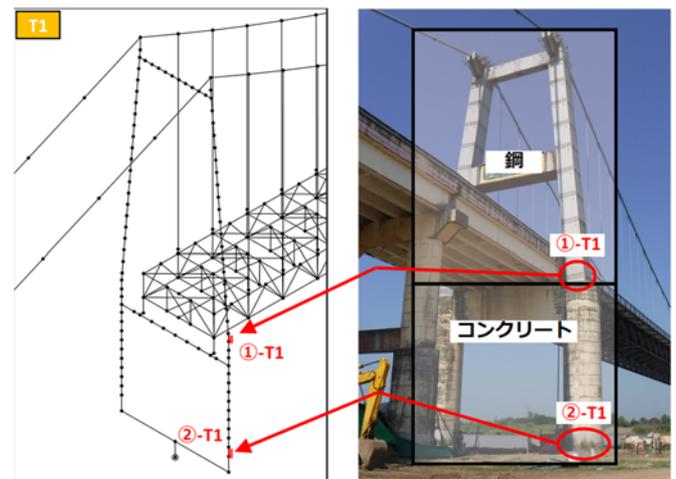


図 2 断面計算箇所(主塔)

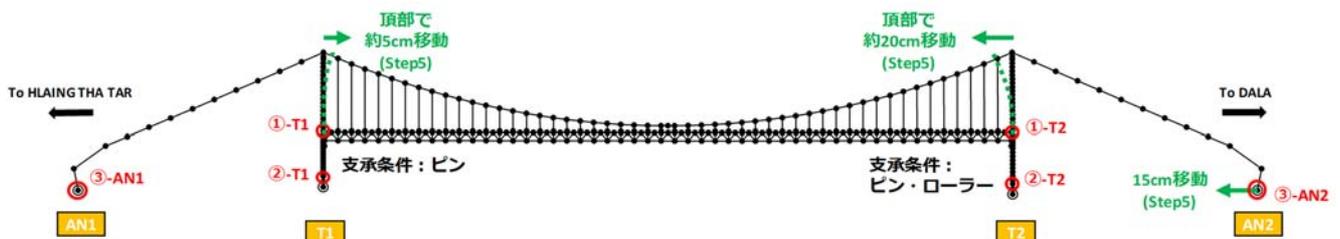


図 1 解析モデル及び断面計算箇所

キーワード 耐震性能評価、動的応答解析、ミャンマー、吊橋、TDAPIII、Twantay 橋

連絡先 〒102-8539 東京都千代田区九段北 1-14-6 日本工営株式会社 交通・都市事業部 TEL 03-5276-7659

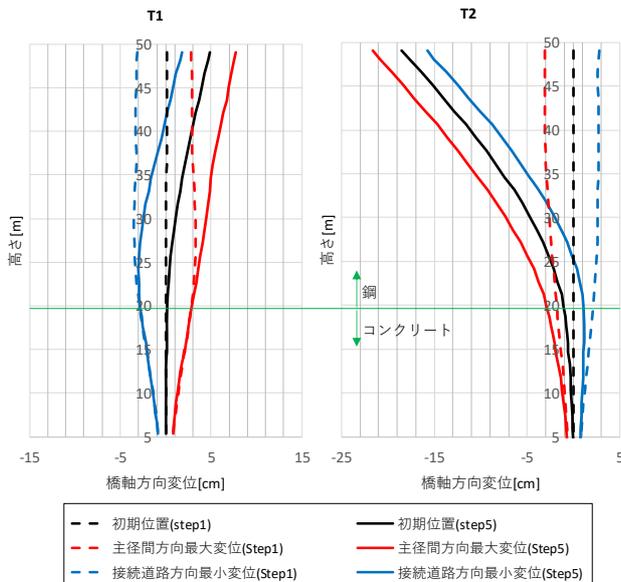


図3 最大・最小応答変位の比較（橋軸方向）

3. 解析結果

図3に橋軸方向での各主塔における最大・最小応答変位の比較を掲載する。T1主塔では、支承条件がピンであることから補剛桁の影響を受けて、特に主塔（鋼）基部付近で初期位置からの相対変位がT2主塔に比べて若干大きく観測された。本解析条件において、Step1モデルとStep5モデルにおける初期位置からの相対変位はほぼ同様となった。

①T1及びT2における主塔（鋼）基部

表1に当該箇所での曲げモーメントの値を掲載する。Step5モデルではT2側に発生する曲げモーメント ( $M_{sei}$ ) がT1側のものより大きい、Step1モデルでは逆の傾向となった。これは、Step5モデルにて、T2側主塔の主径間方向への傾きがT1側よりも大きく設定されていたため、初期入力曲げモーメント値 ( $M_{ini}$ ) が大きくなっていることに起因する。一方、Step1モデルとStep5モデルで、動的解析により付加される曲げモーメント値 ( $M_{sei} - M_{ini}$ ) は両者で概ね同様となった。

②T1及びT2における主塔（コンクリート）基部

表2に当該箇所での曲げモーメントの値を掲載する。結果の傾向は、①とほぼ同様となった。本論文には詳細は掲載していないが当該箇所について断面計算を実施すると、Step5モデルではT1・T2側ともにコンクリート及び鉄筋に発生する応力度が許容応力度を超過するが、Step1モデルではT2側は許容応力度以内に収まる結果となった。

表1 主塔（鋼）基部

Case	箇所	$M_{ini}$ [kNm]	$M_{sei}$ [kNm]	$M_{ini} - M_{sei}$ [kNm]
Step1	①-T1	1.1	6033.1	6032.0
	①-T2	1.1	2678.4	2677.3
Step5	①-T1	3513.0	8798.2	5285.2
	①-T2	12043.9	14888.4	2844.5

$M_{ini}$ : 動的解析前にモデルに付与されている初期曲げモーメント  
 $M_{sei}$ : 動的解析により算出された曲げモーメント  
 ※橋軸方向の結果のみ記載

表2 主塔（コンクリート）基部

Case	箇所	$M_{ini}$ [kNm]	$M_{sei}$ [kNm]	$M_{ini} - M_{sei}$ [kNm]
Step1	②-T1	29.9	40956.8	40926.9
	②-T2	38.7	20861.6	20822.9
Step5	②-T1	2731.0	44283.2	41552.2
	②-T2	17426.1	38195.4	20769.3

$M_{ini}$ : 動的解析前にモデルに付与されている初期曲げモーメント  
 $M_{sei}$ : 動的解析により算出された曲げモーメント  
 ※橋軸方向の結果のみ記載

表3 アンカレイジ基礎

Case	箇所	基礎ばね反力	
		水平力 [kN]	回転 [kNm]
Step1	③-AN1	74751	835196
	③-AN2	74554	832524
Step5	③-AN1	75281	841122
	③-AN2	75264	841370

※橋軸方向の結果のみ記載

③AN1及びAN2のアンカレイジ基礎

Step1モデルとStep5モデルの両者でアンカレイジ基礎の基礎ばね反力は同様の値となった。主ケーブル張力による影響に比べて、アンカレイジに作用する慣性力のみが卓越していると考えられる。

4. おわりに

本解析では、主塔の傾きは主塔の断面力に影響するが、本橋で最も地震に厳しくなるアンカレイジ基礎には影響をほぼ与えないことが分かった。主塔基部の照査を詳細に行う必要がある場合、現況再現モデル作成の必要性が高いと考えられる。

本業務は、国土交通省「平成30年度海外における交通インフラ事業に関する基礎情報調査及び新規案件形成等検討業務」の一環として実施された。ここに感謝の意を表す。

参考文献

1) K. Matsumoto, et al.: Performance Assessment Using Structural Analysis and Spatial Measurement of a Damaged Suspension Bridges: Case Study of Twantay Bridge, Myanmar, J. Bridge Engng., ASCE, Vol.23, Issue 10, August 2018.