

ケーブル破断事故による斜張橋の動的応答

早稲田大学 学生会員 ○安倍 健登
 早稲田大学 学生会員 Hoang Vu
 早稲田大学 フェロー 清宮 理
 (株) エスイー 正会員 木部 洋

1.はじめに 船舶衝突、火災等により橋梁のケーブル破断事故の例が最近いくつか報告されているが、この分野で斜張橋の安全性照査の研究はあまり進んでいない。本研究では、斜張橋のケーブル破断事故を想定してケーブル破断実験を行い、得られたデータをもとに TDAPⅢを用いて動的応答解析を行い、各部材の振動性状と破損状況を計算し、斜張橋の安全性を検討する。

2 ケーブルの破断実験 ケーブル破断の状況を想定して、純引張試験、せん断試験および曲げ試験の3種類の模型実験を行った。それぞれの破断形式を図1に示す。純引張破断はケーブルの腐食、火災など、曲げ破断とせん断破断は車両などの衝突を想定したものである。

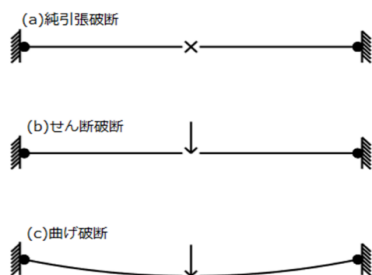


図1 破断形式

実験対象のロッドの材料特性を表1に示す。

表1 ロッドの諸特性

材質	鋼
長さ	1～3m
直径	6 mm
弾性係数	200GPa
引張強度	660MPa
0.2%耐力	400MPa
密度	8.00g/cm ³

3. 解析モデルと計算条件

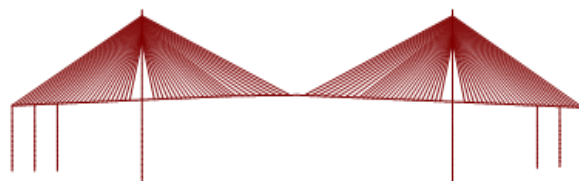


図2 解析モデル

図2に解析モデルを示す。このモデルはベトナム南部のメコン川流域に建設されているカントー橋である。斜張橋部の全長は1010mで中央の210mが鋼桁で他はPC桁である。主塔は高さ170.3mの鉄筋コンクリート製である。主塔部基礎の形式は鉄筋コンクリート杭である。ケーブルは全部で108本(27×4本)であり、断面積は3502mm²～7658mm²、長さは92.373m～289.100mである。解析ソフトTDAPⅢを用いて、桁、主塔ははり要素、ケーブルはトラス要素としてこの斜張橋をモデル化した。桁での要素数は115である。

4. 解析方法 ケーブル破断が起きた際の斜張橋の動的挙動を検討するために、時刻歴応答解析を行う。使用する解析ソフトはTDAPⅢであり、図3に示す波形は重錘落下による実験で得られたのを相似則($p/m=30$)により変換した波形である。

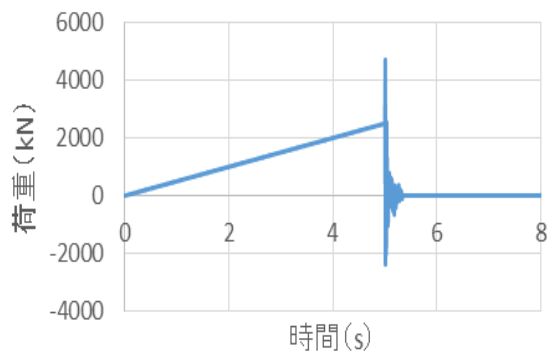


図3 時刻歴応答解析に用いる波形

キーワード 斜張橋、ケーブル破断、動的応答解析、変位、曲げモーメント

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 社会環境学部 清宮研究室 TEL03-5286-3852

静的に自重分を作用させ5秒の時間で破断し、この軸力をケーブルの両端の位置に入力した。破断後ケーブルは振動し荷重は0とした。数値積分の積分間隔は0.0001秒とした。

5. 解析結果 斜張橋の挙動はケーブル破断の位置によって大きく影響する。影響の大きく出た左側主塔の最上段のケーブル1本を破断させた例を示す。

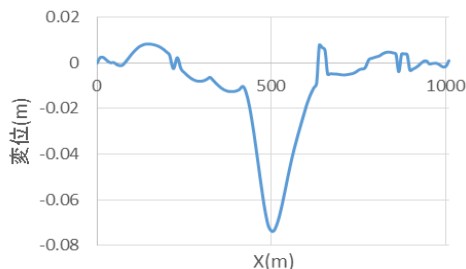


図4 桁の鉛直変位分布

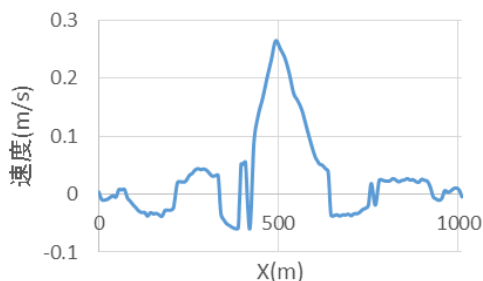


図5 桁の速度分布

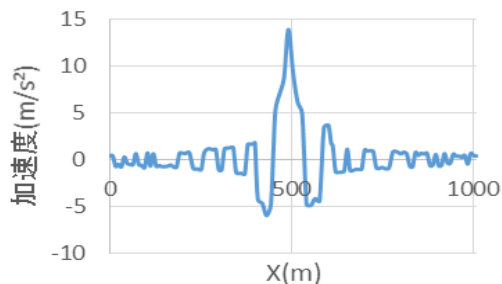


図6 桁の加速度分布

桁の各箇所計算された応答変位、応答速度および応答加速度の最大値の分布を図4、図5および図6にそれぞれ示す。桁は最大で14m/s²の加速度が生じ、また最終的に8cmほど沈下した計算結果となった。また図7、図8および図9に桁の軸力、せん断力および曲げモーメントの分布を示す。

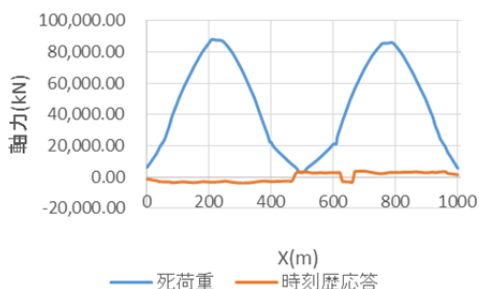


図7 桁の軸力分布

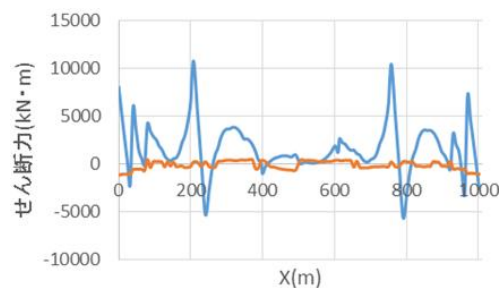


図8 桁のせん断力分布

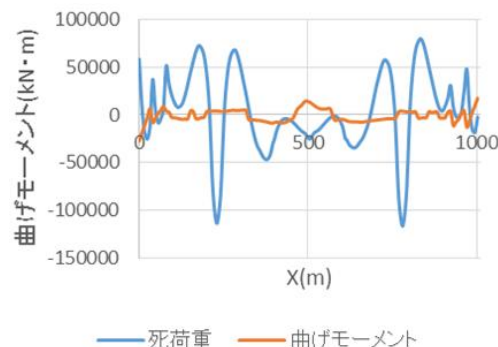


図9 桁の曲げモーメント分布

死荷重分と比較して、断面力は比較的小さく終局曲げモーメントには達せず、桁は降伏しないことが分かった。実際の事故では、同時に何本かのケーブルが破断することが想定されるので、ケーブル破断数と最大曲げモーメントの関係を計算し、図10に結果を示す。

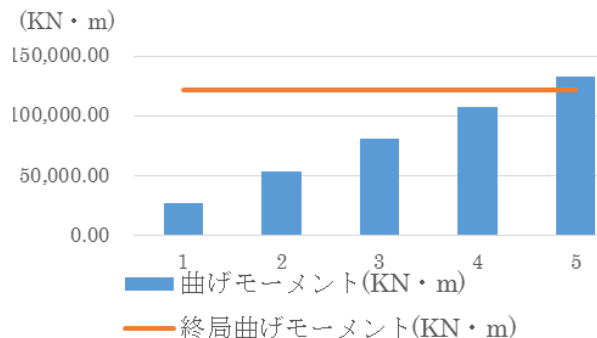


図10 ケーブル破断数と曲げモーメントの関係

7. まとめ 今回の動的応答計算から、ケーブルが破断する位置によって橋梁の部材に与える影響は大きく変わり、最上段のケーブル破断が最も影響を与えることが分かった。また、同時に5本のケーブルが破断した際に桁が終局曲げモーメントに達することも分かった。また、ケーブルが破断した際の隣接するケーブルの軸力の増加量から、逐次破壊の危険性は少ないことが分かった。