

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 正会員 安 同祥
 早稲田大学 フェロー 清宮 理

1.はじめに 斜張橋のケーブル破断事故が最近いくつか報告されているが、ここまで事故の斜張橋への影響に関する研究は少ない。ここでは、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、斜張橋の挙動を検討したものである。

2 ケーブルの破断実験

実際の事故を想定して、純引張試験、せん断試験および曲げ試験の3種類の実験を行った。それぞれの破断形式を下に図1として示す。純引張破断はケーブルの腐食、火災など、曲げ破断は車両などの衝突を想定したものである。

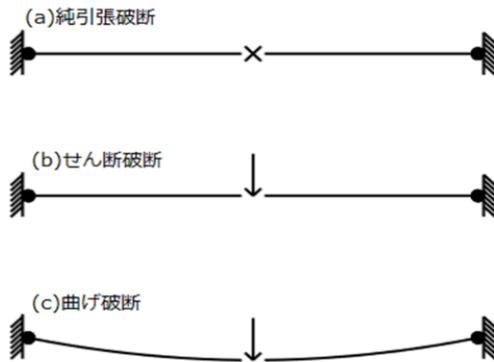


図1 破断形式

破断させるロッドの材料特性を表1に示す。

表1 ケーブルロッドの諸特性

| | |
|--------|-----------------------|
| 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

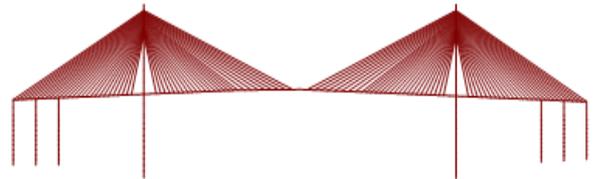


図2 解析モデル

図2に解析モデルを示す。このモデルは南ベトナム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。主塔部基礎は鉄筋コンクリート杭で長さ92m、直径2.5m、杭数30本である。他のピラーも鉄筋コンクリート杭基礎で直径1.2m、長さ75m、杭本数12本である。ケーブルは108本(27×4本)である。解析ソフトTDAPⅢを用いて、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に示す波形は実験で得られたのを相似則により変換した波形である。

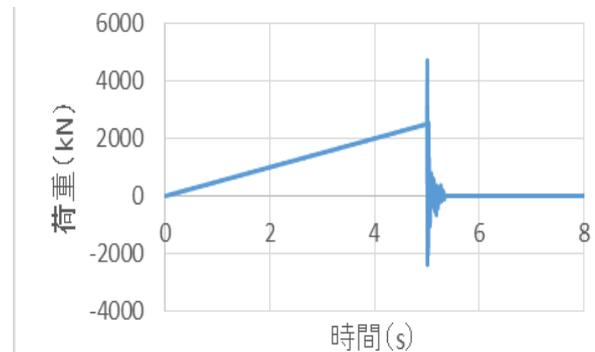


図3 時刻歴応答解析に用いる波形

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

破断まで静的に自重分を作用させ5秒の箇所で急激に破断させた。破断後ケーブルは振動し荷重はゼロとなる、積分間隔は0.01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。ここでは影響の大きく出た左側主塔の最上段のケーブルを破断させた例を示す。

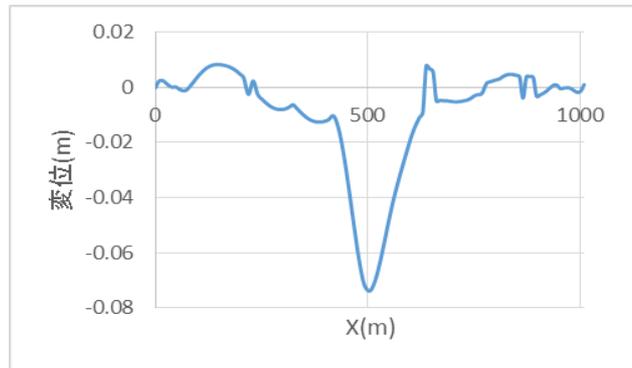


図4 桁の鉛直変位分布

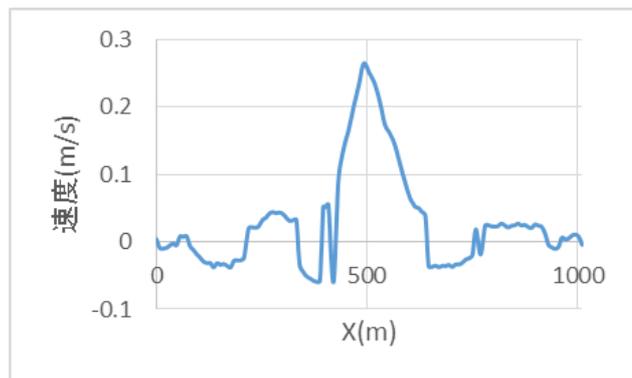


図5 桁の速度分布

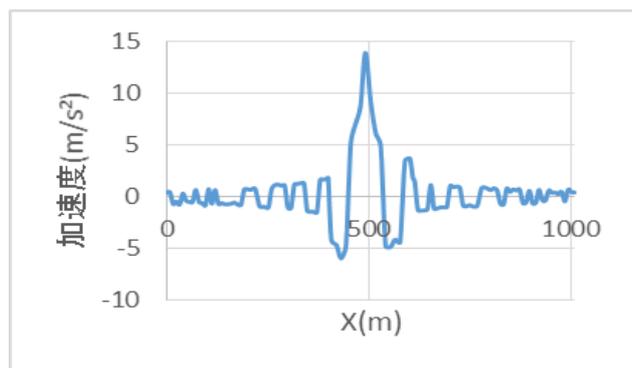


図6 桁の加速度分布

桁の各地点で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桁の分布を図4、図5および図6にそれぞれ示す。桁は最大で14m/s²の加速度が生じ大きな振動が計算され、またケーブル破断後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。

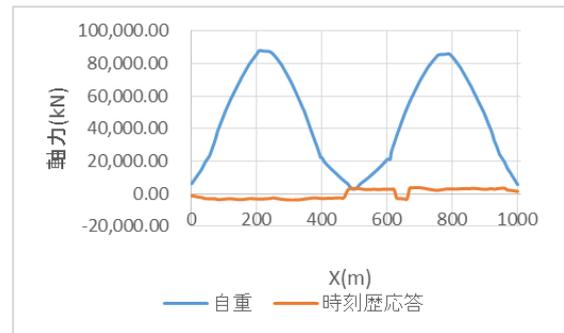


図7 桁の軸力分布

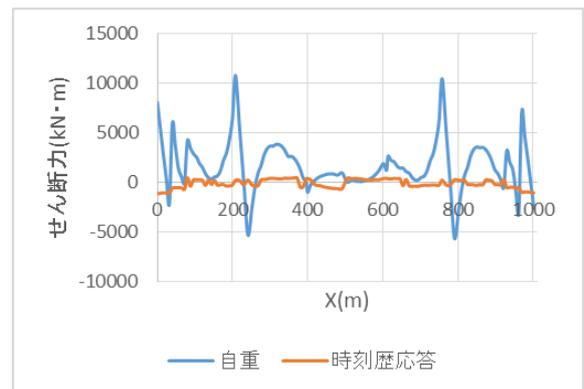


図8 桁のせん断力分布

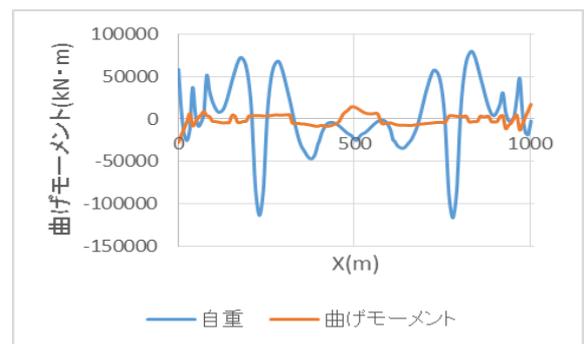


図9 桁の曲げモーメント分布

自重分と比較して、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。

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斜張橋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斜張橋に影響を与えるが分かった。ただ1本の破断では斜張橋本体に重大な損傷は生じない計算結果となった。火災などでは同時に数本のケーブルが破断することが想定されるので、今後検討を行っていく予定である。

(参考文献) Vu HOANG, Osamu KIYOMIYA, Tongxiang AN: Experimental Study on Impact Force Factor during Sudden Cable Loss in Loss in Cable-Stayed Bridges、IABSE ヘルシンキ、2015.2