

斜材が破断した場合の PC 斜張橋の安全性について

埼玉大学大学院 学生会員 ○保科 佑太
埼玉大学 フェロー会員 睦好 宏史
埼玉大学大学院 正会員 本田 美樹
埼玉大学 新田 奈穂

1. 目的

斜張橋あるいはエクストラード橋のように、ケーブルによって支えられている橋梁では、ケーブルの損傷あるいは破断が橋の安全性に多大な影響を及ぼすことが考えられる。このようなケーブルの破断例は我が国をはじめ、海外においていくつか報告されている¹⁾。しかし、ケーブルが破断した場合の橋の安全性やケーブル破断直後における動的(衝撃)効果が、橋の安全性に及ぼす影響は必ずしも明らかにされていない。昨年度はケーブル破断をケーブル張力のリテンションにより模擬し、実験及び解析により橋の安全性を明らかにした。本研究では、PC 鋼線の動的引張試験を行い、ケーブル破断時にかかる衝撃力を明らかにし、さらにその結果を利用して、実 PC 斜張橋のケーブル破断が橋の安全性に及ぼす影響を明らかにした。

2. 引張試験概要

米国の Post-Tensioning Institute (以下 PTI)では、ケーブル破断時には緊張力の 2 倍の衝撃荷重(Impact Factor-以下 IF)がかかり、ケーブル両端に作用することが明記されている²⁾。しかし、2 倍の根拠あるいは破断位置が IF に及ぼす影響などは十分に明らかにされていない。本研究では、PC 鋼線 (SWPR1BLφ7.0) を用いて、引張試験を行い IF の値を計測した。図-1 に引張試験に用いた供試体の形状寸法とゲージ位置を示す。破断位置が IF に及ぼす影響を明らかにするために、PC 鋼線の中央または端部に切込みを入れ、各位置のひずみを計測して IF を求めた。また、ひずみ速度と IF の関係についても求めた。表-1 に引張試験の実験要因を示す。

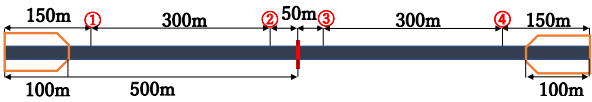


図-1 供試体詳細図 (800mm 破損箇所 中央)

表-1 PC 鋼材の動的引張試験

使用鋼材	長さ (mm)	破損箇所	载荷速度 (mm/sec)
Φ7.0 PC 鋼線 (破損箇所は加工して 6mm)	800	中央	1.67
			0.17
	500	中央から 200mm の位置	1.67
			0.17
		中央	1.67
			0.12
	100	中央から 125mm の位置	1.67
			0.12
	100	中央	1.67
			0.05

3. 引張载荷試験の結果と考察

引張試験結果より、供試体の長さ と IF との明確な関係は確認できなかった。図-3 は破断箇所からの距離とその位置における IF との関係を示したものである。破断箇所からの距離が長いほどその位置の IF の値は高くなる傾向があり、IF=1.0~2.0 の値であった。このことより、PTI の指針に示される通り、IF の最大値は 2.0 としてよいことが明らかになった。しかし、本研究の供試体長は 800mm が限界であったため、今後はより長いケーブルおよび、より径の大きいケーブルを用いて引張試験を行うことが必要であると思われる。

また、ひずみ速度と IF には相関を見出すことは出来なかった。この理由として、鋼材が破断する瞬間には载荷速度によらずほぼ同じ速度となるからである。

キーワード：PC 鋼線の破断，Impact factor，引張試験

連絡先：〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 Tel 048-858-3430

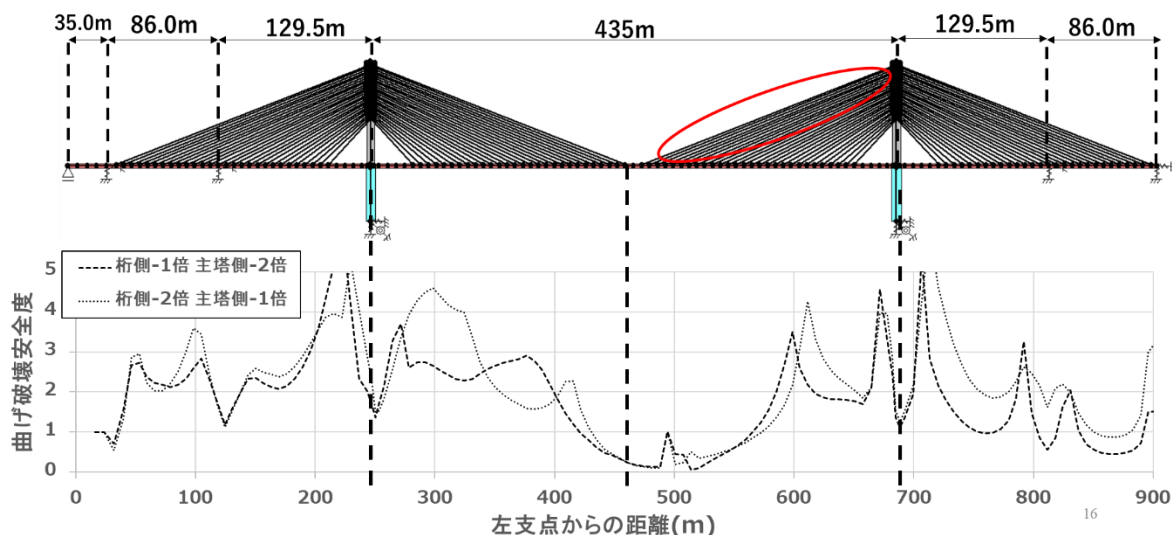


図-2 Bai Chay 橋の概要と曲げ破壊安全度の比較

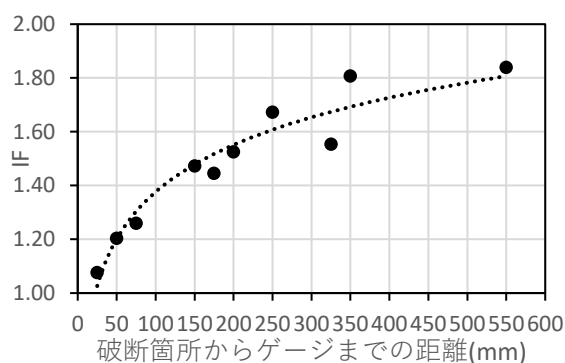


図-3 破断箇所からゲージまでの距離と IF の関係

4. ケーブル破断の動的効果を考慮した実橋の解析

解析に用いた実 PC 斜張橋は、ベトナムのハロン湾に建設されている 1 面吊り PRC6 径間連続斜張橋 (Bai Chay 橋) である。同橋は数年前に、タンクローリーがケーブルに衝突し、火災を引き起こしている。解析に用いたソフトは、UC-BRIDGE Ver.10 である。ケーブル破断時の動的効果を考慮するために、ケーブルに緊張力の -1.0 倍 (リテンション) または -2.0 倍 (動的効果を考慮) を作用させることとした。Bai Chay 橋には計 112 本のケーブルが配置されているが、ここでは、右側主塔の左外側ケーブル 4 本が破断した場合について述べることにする。なお、活荷重は道示による A 活荷重を作用させている。また、動的効果は以下のように考慮した。すなわち、桁付近でケーブル破断が起きることを想定し桁側を -1 倍、主塔側を -2 倍するケースと、主塔付近でケーブル破断が起きることを想定し主塔側を -1 倍、桁側を -2 倍するケースである。図-2 は Bai Chay 橋の概要と橋桁に生じた曲げモーメントを降伏モーメントで除した値 (曲げ破壊

安全度) を示したものである。この値が 1.0 を下回る場合は桁が降伏し、場合によっては断面破壊することを意味している。図に示すように、右側主塔の外側ケーブルが 4 本破断することにより、曲げ破壊安全度が 1 以下となる範囲が大きくなる。また、桁近傍でケーブルが破断した場合の方が曲げ破壊安全度がより低下した。

5. 結論

1) IF の値は、破断箇所からひずみ計測位置の距離が遠くなるほど、大きくなる傾向にある。また、最大値は 2.0 程度であることが分かった。

2) ケーブル破断による動的効果を考慮した Bai Chay 橋の解析を行った結果、ケーブルが 4 本破断した場合橋桁の曲げ破壊安全度は著しく低下することが明らかとなった。

3) 桁近傍でケーブルが破断した場合の方が、主塔近傍で破断するよりも曲げ破壊安全度は低下することが判明した。

謝辞: 本研究を行うに当たって、PC 鋼材は、神鋼鋼線工業 (株) により提供して頂いた。ここに記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 神田隆二, 船木孝仁, 高橋優, 越前谷宏昭: 雪沢大橋ケーブル破断への対応と今後の維持管理について, 2014
- 2) Vu Hoang, Osamu Kiyomiya, Tongxiang An: Experimental and dynamic response analysis of cable-stayed bridge due to sudden cable loss, 2016