

ケーブルエレクション工法の安全施工管理システムの開発

トビー工業株式会社 技術研究所 正会員 林 健治

1. まえがき

山岳地方などに見られる急峻な地形を考慮して架設されるアーチ橋では、架設工法にケーブルエレクション工法を採用する場合が多い。同工法は、30年以上の使用実績を有し、既に確立された工法の一つであるが、最近、同工法を用いたアーチ橋の倒壊事故が相次いで発生したことを契機として、橋梁業界では架設時における安全管理の在り方が見直され、事故防止への取り組みが緊急の課題となっている。このような状況の中で、著者は、斜吊工法を採用した上路式プレストリプアーチ橋と中路式アーチ橋の施工管理に、仮設備を含む架設構造系の安全性を重視した施工管理システム（以下では、安全施工管理システムと呼ぶこととする）を開発・適用し、その妥当性を検証した^{1)~3)}。本報告は、同システムの概要を述べ、システムの実橋への適用を通して、その妥当性・有用性を明らかにするものである。

2. 安全施工管理システムの概要

架設工事の安全性を保证するには、過去の事故例を参考にして事故の引き金となる要因を事前に分析し、適切な対策を講じるとともに、不測の事態が生じた場合にも適切な対応を計ることができるように、換言すれば、各架設段階において斜吊ケーブルなどの仮設構造物を含む架設構造系の力学的特性を的確に把握する必要がある。そこで、以下の3つの手法やシステムより構成される安全施工管理システムを開発した。

- ①フェールセーフの概念に基づく架設計算法
- ②自動計測・制御システムを主体とした安全施工管理支援システム
- ③3次元形状計測システム⁴⁾を含む架設形状管理システム

ここで、①は、過去の事故例を踏まえて架設構造系の倒壊モードを決定し、鉄塔や斜吊ケーブルなどの仮設備を含む架設構造系の一部が損傷しても、系全体が崩壊しないように確認・照査する計算法である。抜本的な安全対策の要となる。②は、架設工事の安全性に重大な影響を及ぼす因子（例えば、ケーブルクリップの弛み、ケーブル張力や鉄塔の傾斜など）を常時監視して、危険な状態の場合には警報を発し、観測結果を施工に反映させるものである。同システム構成の一例を図-1に示す。③は、通常の情報化施工の中心とな

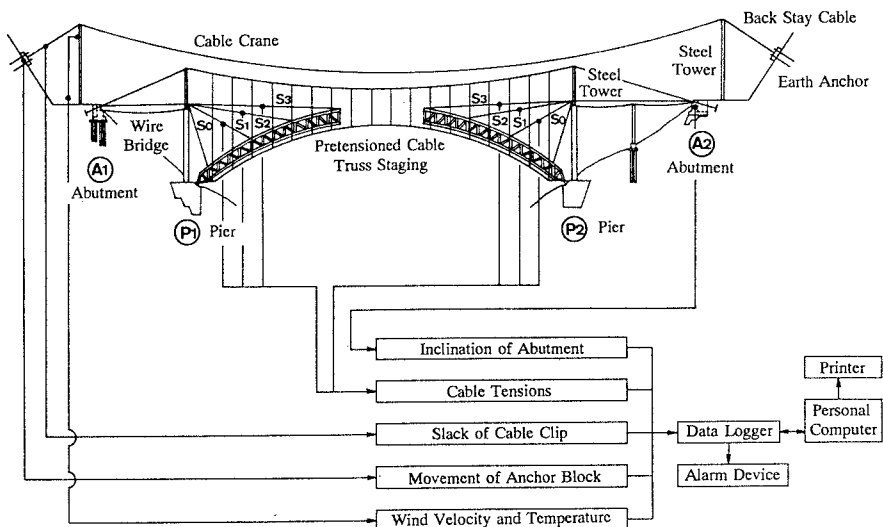


図-1 安全施工管理支援システムの構成（瀧山峡大橋の例）

る形状管理システムであり、斜吊ケーブルを用いたキャンバー調整が作業の主体となる。

以上の①～③を有機的に結合したものが安全施工管理システムであり、③の他に、①と②を含めたことが従来の施工管理システムと大きく異なる点であり、その特徴でもある。

3. システム適用の事例

上路式プレスドリブアーチ橋瀧山峡大橋（橋長369m、アーチ支間230m）の安全施工管理に本システムを適用した結果を述べる。本橋は、架橋地点の制約から架設工法にケーブルクレーン・タイバック式斜吊工法が用いられた。また、斜吊工法の吊り方式には多点吊りを採用した。そのため、倒壊モードとして、斜吊ケーブルの一本がクリップの滑り、ケーブル定着部の破壊やケーブルの破断等により機能しなくなった場合を検討した。各架設段階における斜吊ケーブルの張力と切断前後における張力差について整理した結果を表-1に示す。解体計算より得られた設計値(a)と実測値(b)は良好に一致し、解析仮定の妥当性が示された。それゆえ、フェールセーフに基づく計算値(d)も同様な結果になるものと推察される。本計算の範囲内では、万一、斜吊ケーブルの一部が機能しなくなった場合でも、架設構造系は十分な余力を有することが判明した。なお、安全施工管理支援システムを用いて計測された各管理項目の経時変化の一例を図-2に示す。

4. あとがき

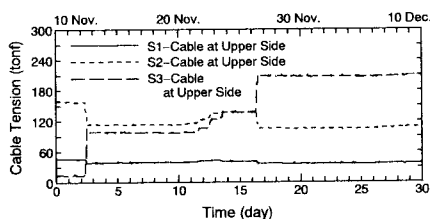
本システムを適用することにより、従来、技術者の技能や経験に依存することが多かったケーブルエレクトロニクス工法による施工管理・安全管理を数値的に、且つ、ビジュアルに把握できるようになり、より安全性や信頼度の高い安全施工管理を実施することができた。

参考文献

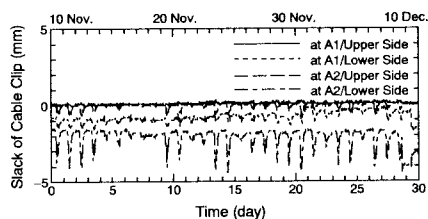
- 1) 林ほか：斜吊工法を用いた長大アーチ橋の安全施工管理システムの開発、建設マネジメント論文集、1995 2) 林ほか：中露式アーチ橋への安全施工管理システムの適用、土木情報シンポジウム講演集、1996 3) 林、大倉：フェールセーフ設計を用いたアーチ橋の安全施工管理、JSSC鋼構造年次論文報告集、1996 4) 林ほか：鋼橋の3次元計測に関する基礎的研究、橋梁と基礎、1993

表-1 各架設段階における斜吊ケーブルの張力と切断前後における張力差

Cable Mark Step	Upper Side			Lower Side			Remark
	S3	S2	S1	S1	S2	S3	
STEP-2A			<125.8> 125.8	<125.8> 125.8	←(a)		(a):Design Value before Break
			123.0	119.8	←(b)		(b):Measured Value against (a)
			-2.2	-4.8	←(c)		(c):Error(%)
			133.8	---	←(d)		(b-a)/a
							(d):Calculated Value at Upper/Lower Side after Break
STEP-2B		<227.2> 182.8	---	---	<227.2> 182.8		◇:Conventional Design Value before Break
		167.1	57.7	57.7	169.6		():in case of disregarding impact load
		-8.6	47.5	53.5	-7.2		Unit:tonf
		294.3	-17.7	-7.3	---		without (c)
			103.3	121.9	---		
STEP-4	<305.0> 197.7	88.5	39.4	39.4	88.5	<305.0> 197.7	
	209.3	105.3	36.6	43.2	77.2	207.4	
	6.1	19.0	-7.1	9.6	-12.8	4.9	
	283.9	158.6	64.0	77.0	180.4	0.0	
	(259.3)	(138.6)	(57.0)	(66.2)	(154.2)	---	
Proof Strength	868	692	346	346	692	868	
Breaking strength	694	554	277	277	554	694	



(a) 斜吊ケーブル張力の経時変化



(b) ケーブルクリップの弛みの経時変化

図-2 各計測値の経時変化