

I-400

経時挙動予測を考慮した斜張橋のシム調整最適化に関する研究

熊谷組	正員	○原 諭	京都大学	正員	渡邊英一
京都大学	正員	古田 均	大阪工業大学	正員	栗田章光
大阪市	正員	亀井正博			

1. 目的

今日橋梁の長大化、美観等の理由から、ケーブルを構成部材とした橋梁の増加はめざましく、特に斜張橋はその傾向が顕著である。しかし、ケーブル系橋梁の構成部材となるケーブルは時間とともに挙動し、それが主桁の沈下、ケーブル張力の減少という橋梁の維持管理上の問題点を発生することは知られている。そして、これらの問題点の解決方法として、ケーブルにシムを導入することで桁変位、ケーブル張力を調整している。しかし現段階では、挙動が起こってから調整を考える状態である。そこで本研究では、斜張橋の経時挙動を予測し、その結果をふまえて最適なシム調整量、調整本数、および調整時期を決定することにした。

2. 概要

今回の解析は、経時挙動解析とシム調整最適化の2つに大きく分けることができる。数値解析は実橋をモデル橋とし、経時挙動解析は、斜張橋の架設段階を考慮して解析することとした。この経時挙動解析の詳しい手法については、参考文献によりたい。次に、最適シム調整であるが、最適化手法として満足化トレードオフ法を使用して最適解を求めることとした。この最適化の結果により調整量、調整本数が決定され、調整時期については数例の解析を通して考察を加えることとした。

3. 最適化手法

最適化の手法として、今回は満足化トレードオフ法を採用した。採用した理由として、今回の最適化では調整の目的が多目的であること、目的に対する許容値を自由に設定できることがあげられる。

満足化トレードオフ法は、最適化における理想の状態を表す理想点、目的達成に対する許容値を表す希求水準を用いることで、各目的に対する重みを導入することにより、様々な目的を同一レベルで考えることができる。そして、目的を同一レベルにした後、Max-Min問題を解くことにより最適化が行われる。

つぎに、最適シム調整への適用であるが、今回は目的として、桁変位の調整誤差、ケーブル張力の調整誤差を考慮することとし、さらにシム調整量も目的として含めることとした。また制約条件としてシム調整量の上下限値を与えた。さらに、調整本数の減少であるが、これは調整量の少ないケーブルを無調整ケーブルとする条件で繰り返し最適化を行って減少した。このプロセスを図-1に示す。調整誤差の求め方については、まず、無調整の場合の経時挙動解析を行い、経時変化量を各ケーブル、節点について求める。これは調整すべき量と

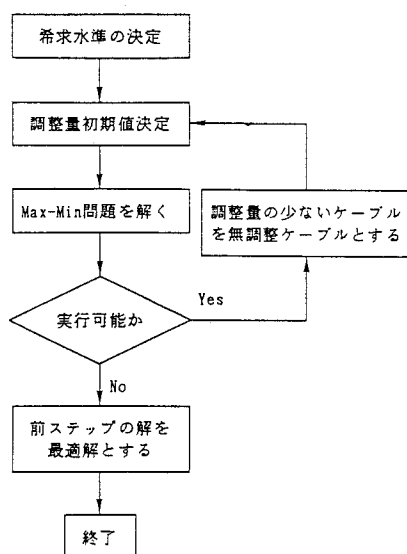


図-1 最適化のフローチャート

なる。つぎに、調整を行う時期に単位シム調整を行い、経時挙動解析を行う。この結果から経時挙動解析を考慮した単位シム調整の影響線成分を計算し、その合成により調整ケーブルと主桁変位およびケーブル張力の影響線マトリックスを作成する。このマトリックスに調整量をかけるとシム調整による変化量が計算でき、これを無調整の場合の調整すべき量から引くと調整誤差が求まる。

4. 数値解析結果および考察

数値解析には、モデル橋として図-2に示す中央スパン238mの斜張橋を用いた。

前述の手法で求めた結果を表-1、パターン3のケーブル1の張力変化と節点34のキャンパー変化を図-3、4に示す。なお今回

はシミュレーションということで希求水準は大きめにとった。表-1からわかるように調整時期による差を見ると2年後が大きく3、4年後になるとほとんど変わらなくなっている。これは経時変化の収束速度によるものと考えられ、この3例から竣工3年後以降はシム調整の効果は変化しないということが言える。また希求水準を変化させた場合、基準を厳しくすれば調整本数が増えることになる。シム調整においては、ケーブル調整量の減少よりも、調整本数の減少により作業の低減がはかれることになるので、作業量と調整精度のかねあいにより、調整を決定すべきであるといえる。

また、今後の課題として、今回は桁変位調整誤差、ケーブル張力調整誤差を目的として最適化を行ったが、桁の応力など他に考慮して解析を行ってみる必要があると思われる。

5. 結論

シム調整においては、調整量と調整本数を考慮して最適化を行う必要があり、今回のモデル橋では3年後以降に調整すれば良いということがわかった。また今後の課題として最適化における際の条件をさらに加えてみるのがあげられる。

参考文献

渡邊英一他；架設段階を考慮した斜張橋のケーブルのリラクセーション予測、構造工学論文集、Vol 36A、（1990）

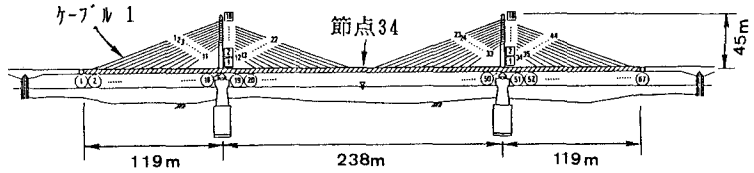


図-2 モデル橋

表-1 シム調整最適化結果

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
ケーブル張力誤差(tf)	3.0	3.0	3.0	2.0
節点変位誤差(mm)	3.0	3.0	3.0	2.5
導入時期	2年後	3年後	4年後	4年後
ケーブル1調整量(mm)	70.2	59.0	57.6	49.2
ケーブル2調整量(mm)	54.6	46.0	44.8	38.4
ケーブル18調整量(mm)	-	-	-	18.6

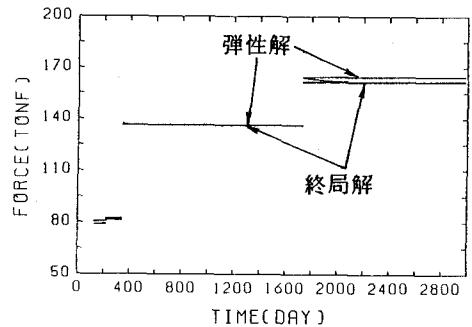


図-3 ケーブル1の張力変化（パターン3）

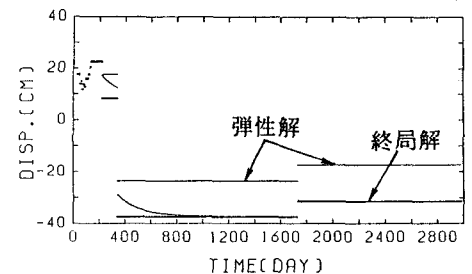


図-4 節点34のキャンパー変化（パターン3）