

補強設計プロセスのシステム化に関する研究 —外ケーブル工法の既設合成鈹桁橋への適用—

山口大学大学院 学生員○藤原 充 鄭 勝仁
山口大学工学部 正会員 中村秀明 宮本文穂

1. はじめに

近年、道路橋設計荷重が強化されるなど、既設道路橋を取りまく荷重環境はますます厳しくなる傾向にある。そんな中、鋼・コンクリート合成鈹橋などの既設鋼鈹橋を対象とした新たな補強工法として、PC橋梁に適用事例が多く見られる外ケーブルプレストレッシング技術の有用性が、関係各所で検討されている。本技術を適用した補強工法(以下、外ケーブル補強工法)は、優れた補強効果等が期待される[1]。その一方で、工法の特性上、補強設計における技術的検討項目が極めて多く、補強設計プロセスが複雑となる。このことから、著者らはこれまで、補強設計技術者の一助となるよう、外ケーブル補強設計プロセスのシステム化を提案し検討してきた[2]。

本論文では、文献[2]での補強設計アルゴリズムを再考した外ケーブル補強設計支援システムを再構築し、実践的な技術的検討プロセスに援用可能なシステムの在り方を模索した内容について報告する。

2. 補強設計アルゴリズムの再考

文献[2]で検討した支援システム(以下、ver.1)では、外ケーブル補強工法での設計パラメータである「緊張材の配置形式・形状」、「導入プレストレス力(以下導入PS力)」および「緊張材断面量」の設計適合性を、補強前後のモデル解析結果に基づいて評価していた。しかしながらその際の解析[1]では、荷重載荷形態が道路橋示方書で規定している設計荷重モデル(L-荷重)を採用していなかったことから、補強による耐荷力の向上性などは、補強前後の相対的な評価に留まっており、道路橋設計の観点からは議論の余地が残されていた。そこで、本研究では ver.1 におけるそれらに関連したアルゴリズムを見直すために、L-荷重を載荷モデルに採用した。そしてこの載荷モデルを用いた補強前後でのモデル解析から、許容応力度との応力照査に基づいた補強設計アルゴリズムを再構築した。このことによ

り、許容応力度設計法に準拠した補強設計アルゴリズムを中心に、支援システムを見直した。なお以下では本支援システムを“ver.2”と称す。

3. システムの概要

基本構成： ver.2 のシステム構成を Fig.1 に示す。本支援システムは基本的に、①技術的検討プロセスにおける補強対象のモデル化およびその修正/変更を行う Pre-processor module、②数値解析を行う Solver module および③数値解析結果等の表示を行う Post-processor module の3つの主要 module から構成されている。また、Fig.1 から分かるように、それらは「補強前」および「補強後」のそれぞれにおいて①～③の各 module による処理を行うようにシステム構成されており、したがって、補強設計における最終的な技術的検討結果は、「補強後」の③で「補強前」の解析結果を併記する事で、システムユーザ自身が行う評価作業を支援している。

配置パラメータ： 緊張材の配置形式・形状に関する配置パラメータの選定プロセスは、まず、配置パラメータの補強効果に対するパラメータ解析結果の傾向に基づいて考案したアルゴリズムにより、選定期初値として自動的に決定されるが、その後はユーザの判断により配置パラメータの再選定が可能となっている。

導入PS力と緊張材断面量： 導入PS力および緊張材断面量の選定プロセスは、補強目標および設計条件を満たすそれらの組み合わせから、最大の導入PS力および最小の緊張材断面量が得られるアルゴリズムにより選定される。ただし、これらについてもユーザが適宜変更可能であり、その都度解析結果を参考にしながら設計適合性を検討する。

ユーザインターフェース： Fig.2 に ver.2 におけるユーザインターフェースの例を示す。ver.2 では MDI (Multi- Document Interface) の採用により、柔軟な操作系を実現し、さらに、これにより heuristic な技術的検討プロセスをシステム全般的に支援している。

Key word: 補強設計支援システム, 技術的検討プロセス, 既設合成鈹桁橋, 外ケーブル工法

連絡先: 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2557 Phone & Fax 0836-35-9951

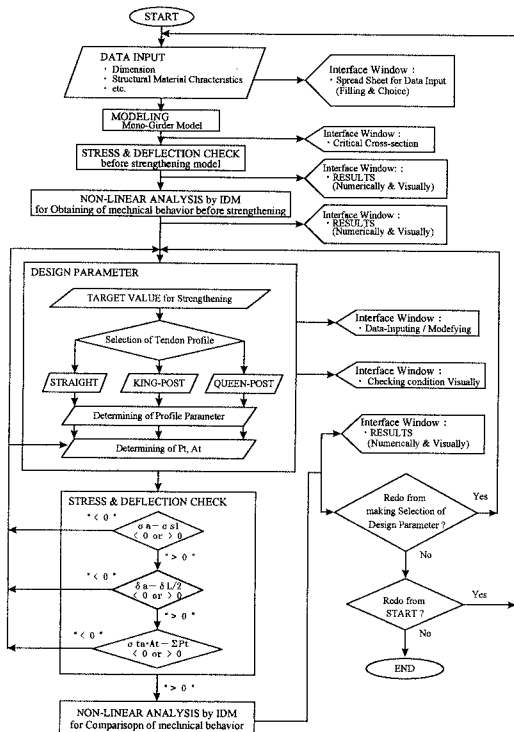


Figure 1 本支援システム(ver.2)の構成

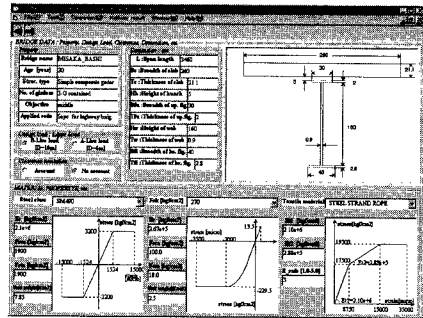
4. システムの検証

合成鈑桁橋モデル (L=34.6m) を対象に ver.2 の検証を行った。なお、緊張材の配置形式をクィーンポスト形式とした (Fig.3 参照)。出力結果を Table1 に整理する。なお、比較のために ver.1 の出力結果を併記した。また、表中の ver.2 の結果は、B 活荷重に対応する応力照査をクリアしている。結果から、両者の解析結果はほぼ等しい値 (1.27) を示している。このことから、設計荷重形態が異なる場合でも、補強前後における耐荷力比は、弾性範囲においてこの場合ほぼ等しいことが分かった。一方、補強設計パラメータは、Pt および At に明らかな違いが見られる。これは、ver.2 と ver.1 での補強設計アルゴリズムの異なりによる。

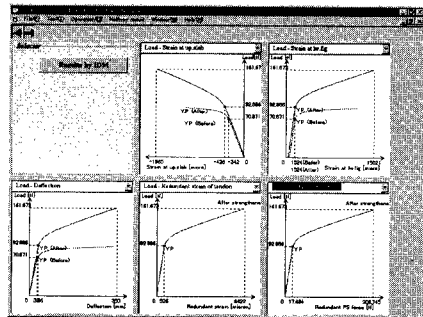
5. まとめ

ver.2 は ver.1 と異なり応力照査機能が備わっているため、より実践的な技術的検討プロセスを支援する補強設計アルゴリズムとして有効であると思われる。

参考文献：[1]宮本文穂、平田勝己、鄭勝仁：プレストレスト合成桁の弾塑性挙動解析と性能評価に関する研究，土木学会論文集，No.513/I-31, 65-76, 1995.4. [2]鄭勝仁、藤原充、中村秀明、宮本文穂：既設合成桁橋の外ケーブル補強設計のシステム化に関する基礎的研究，土木学会第 52 回年次学術講演会概要集，CS-57, pp.114-115, 1997.9.



(1) モデルデータ入力 window



(2) 補強前後の挙動特性比較 window

Figure 2 Interface window の例

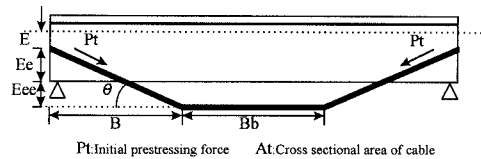


Figure 3 補強モデル

Table 1 本支援システムの出力結果：ver.2 と ver.1 の比較

		ver.2		ver.1	
		補強前	補強後	補強前	補強後
挙動解析結果	耐荷力 (比)				
	降伏時	1.00	1.27	1.00	1.28
	終局時	1.00	1.44	1.00	1.66
	Lw.Fig. [μ]				
	降伏時	1714	1714	1710	1711
	終局時	15006	15076	15000	15080
補強設計パラメータ	Σ ε t [μ]				
	降伏時	***	4764	***	2709
	終局時	***	10779	***	8560
	Σ Pt [tf]				
	降伏時	***	90.9	***	97.5
	終局時	***	172.2	***	308.2
補強設計パラメータ	Pt [tf]	***	79.480	***	76.220
	At [cm ²]	***	9.1	***	18.0
	θ [Deg]	***	7.2	***	7.2
	E [cm]	***	3.3	***	0.0
	Ee [cm]	***	146.1	***	146.1
	Eec [cm]	***	0	***	0.0
	B [cm]	***	1153.3	***	1153.3
	Bb [cm]	***	1153.3	***	1153.3