

(23) 鋼橋の断面決定支援システムの構築

AN AUXILIARY SYSTEM FOR DIMENSIONING SUPERSTRUCTURES OF STEEL BRIDGES

保田 敬一* 沼田 克** 額谷 啓司*** 一ノ瀬伯子**** 永谷 政和*****

Keiichi YASUDA, Katsu NUMATA, Keiji NUKATANI, Hiroko ICHINOSE, Masakazu NAGATANI

One of most effective and traditional ways for the economic design of steel plate girders is to vary their cross-sectional dimensions along their length, in accordance to their bending moment diagram. However, in spite of the existance of practical design rules to determine the number of cross-sections and the cross-section variation points, the final decision still relies on the experience and good sense of the bridge designer. The present paper reports on the outlines of system that, by applying fuzzy sets theory, not only determines the most economic number of cross-sections and their respective transition points, but also gives an evaluation of the bending moment diagram, without having to perform the conventional structural analysis.

Key Words : fuzzy set theory, auxiliary system,
design and construction of Bridge

1. まえがき

鋼橋における主桁や横桁などにおいては、断面変化を設ける事により重量低減を図っている。しかし、断面変化数も多すぎると溶接工数の増加が懸著になり、かえって不経済となる。そこで日本橋梁建設協会発行のデザインデータブックをはじめとして各公団、公社等の発注者側の設計基準にもその標準的な変化位置を求めるためのマニュアルが明記されている。ところが、一般に橋梁は単品受注生産物件であり、その設計条件、構造において全く同一であるといった物件は皆無であるといつてよく、このような条件下では上記マニュアルによる初期値と最終変化位置が全く異なったものになっているのも少なくない。

我々はこの設計者が行う判断をファジィとしてとらえ、個々の橋梁が持つ特有の設計条件から最終的な断面変化位置を計画当初より推定できれば骨組構造解析の計算回数、またそれに伴う断面計算回数の減少化を図る事ができ、設計作業の効率化が可能となると考え、システムの開発（ファジィエキスパートシステム）を目指した。

* (株) ニュージェック 土木第2部橋梁第2室 ** (株) 神戸製鋼所 構造技術センター技術室
*** 川田工業(株) 大阪支社技術部設計課 **** (株) 春本鐵工所 本社設計部設計技術課
***** 川田テクノシステム(株) 大阪支社設計課

2. システムの概要

本システムは、『大創玄』～エー・アイ・ソフト（株）～を用いて構築した。システムの全体フローを図-1に示す。

知識ベースは、各公団、公社を始めとする設計基準及び複数の熟練技術者の経験と本システムを構築するにあたり図-2に示すアンケート調査を行い、その結果を取り込んだ。このアンケートでは2～4径間の鋼連続桁100橋余りのデータを収集する事が出来た。

これらのデータをもとに断面変化位置決定の要因となる様々なパラメーターに対しメンバシップ関数を定義し、システムに適用を行っている。

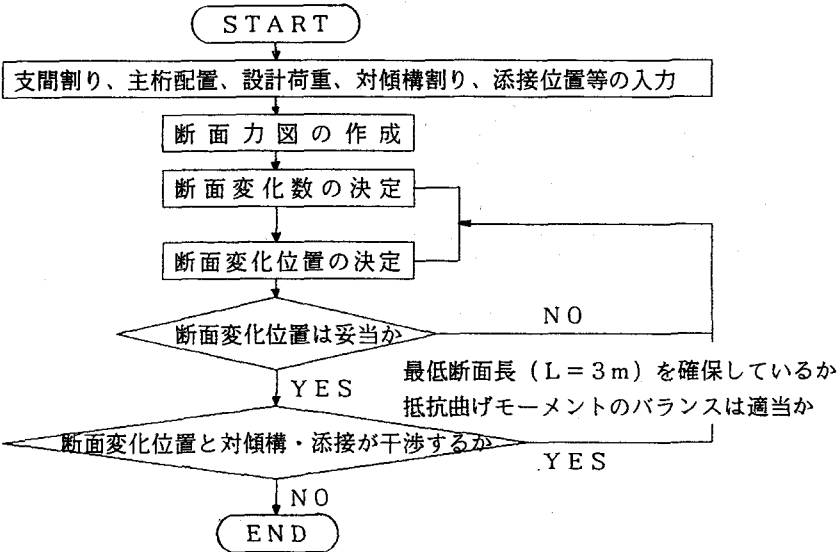


図-1 本システムの全体フロー

橋 No.	径間数	主桁本数	幅員 (m)	基準①
	支間割 (m)	主桁間隔 (m)	活荷重	基準② 横断 (1' 4' (7' 1' - 7' 1' + 1))

主桁番号:

		M+		M-		断 面 長 (a)				考 察 (①横桁、STIFF; ②断面長、板厚差、 抵抗モーメント; ③JOINT; ④逆T-A; ⑤その他)			
支間 番号	支間長 (a)	L(a)	断 面 数		L(a)	断 面 数		No.	基 準 ①		基 準 ②	基 準 実	材 質
			基①	基②		基①	基②						
								①					
								②					

支子線 No.	外 桁		内 桁		系別 7/17°
	斜 角	張 出 長	主桁間隔		
1	90°	1,148	2,200		A
2	90°	1,150	2,200		A

主桁間隔と記入

図-2 アンケート調査表

b) 断面変化数の決定

イ) メンバシップ関数の定義

断面変化数決定のための要因を表-1に示す。これらは、アンケート調査からの分析および机上の経験により断面変化数を決定する要因として選定したものである。断面変化位置決定手順を図-4に示す。入力により①でピーク断面力およびモーメント長等を決定し、それらを受けて②において断面変化数を決定するものである。ここで①の結果がある程度幅をもったものと考えられるため、②では①の結果を「約30m」といった入力データ(±10%)として扱うものとする。(図-5参照)ここで設定したメンバシップ関数は以下のとおりである。このメンバシップ関数はアンケート調査からの分析および熟練技術者の経験から決定された。図-6に3径間の例を示す。

表-1 断面変化数決定要因

正曲げ区間長
負曲げ区間長
正曲げピーク断面力
負曲げピーク断面力

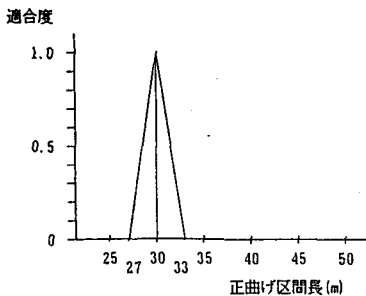


図-5 正曲げ区間長30mに対するメンバシップ関数

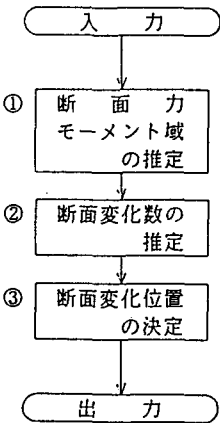
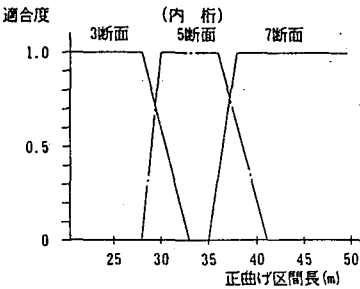
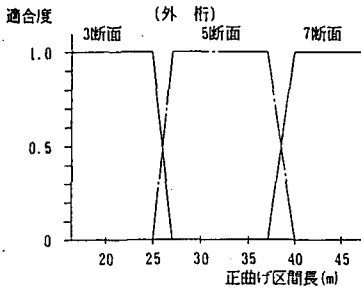


図-4 断面変化位置位置決定手順

【3径間・側径間正曲げ区間断面数】



【3径間・側径間負曲げ区間断面数(外桁内桁共通)】

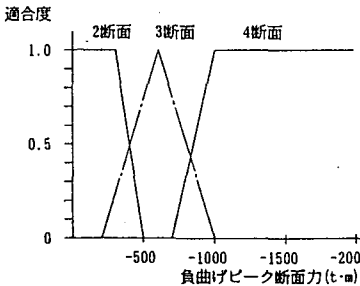
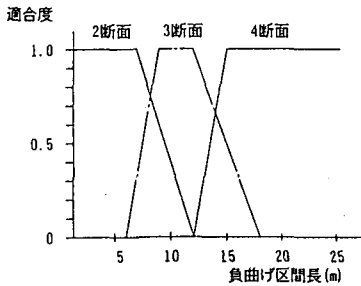


図-6 断面変化数決定要因に対するメンバシップ関数

ロ) 断面変化数の決定

例えば、側径間正曲げ区間長が $L=38.0\text{m}$ と与えられた場合の各断面変化数（3断面、5断面、7断面）の選定可能性は、正曲げ区間長に対する各断面変化数のメンバシップ関数と正曲げ区間長の確からしさのメンバシップ関数とを合成して図-7のようになる。各断面変化数のファジィ数と正曲げ区間長約38mのファジィ数の重なり合う部分の最大値をとって、その断面の選定可能性とする。選定可能性を各断面変化数について求めれば表-2のようになる。なお、ここでは外桁のみを示すが、内桁も同様の方法で求められる。

【3径間・側径間正曲げ区断面数】

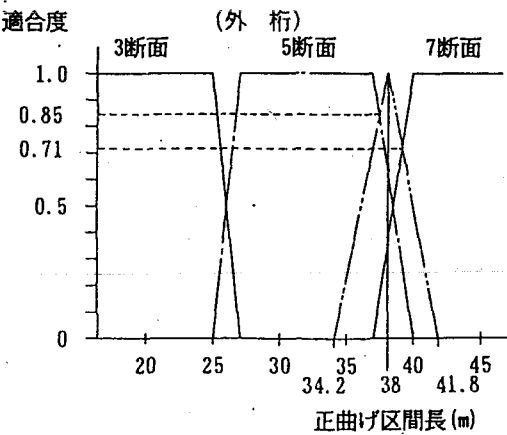


表-2 側径間正曲げ区間における断面変化数の選定結果

3断面	0.00
5断面	0.85
7断面	0.71

図-7 側径間正曲げ区間長が $L = 38\text{ m}$ の場合の断面変化数の選定可能性

以上、正曲げ区間断面変化数の決定方法を紹介したが、負曲げ区間についても、また中央径間部においても同様の方法で求められる。

3) 断面変化位置の決定

断面変化位置の決定は、既に推定された断面数により、各基準に示される標準変化位置をベースに設定することとしたが、連続桁の支点上近傍の負曲げ区間あるいは交番部については明確な規定がない為、熟練技術者により、ルール化を行い決定する事とした。

4. システムの実施例

今回作成したシステムを用いて、3径間連続桁の断面変化位置を求めた結果を図-8に示す。これはアンケート調査を行った中から支間長40m程度の最も一般的な桁を取り上げ、検証を試みたものである。

推定結果の断面力については、実際の断面力に比べ5～13%程度の差であり、かなり精度よく推定出来ている。また断面変化数においても第1径間負曲げ区間断面数が実際のものより1断面多くなっているがその他は全て同一となっている。断面変化位置についても基準通りに設定出来ない要因となっていた補剛材、現場添接部との干渉問題をクリアしており、適切な変化位置が得られている事が判る。これは今まで熟練技術者が最も時間と労力を費やしていた部分である。

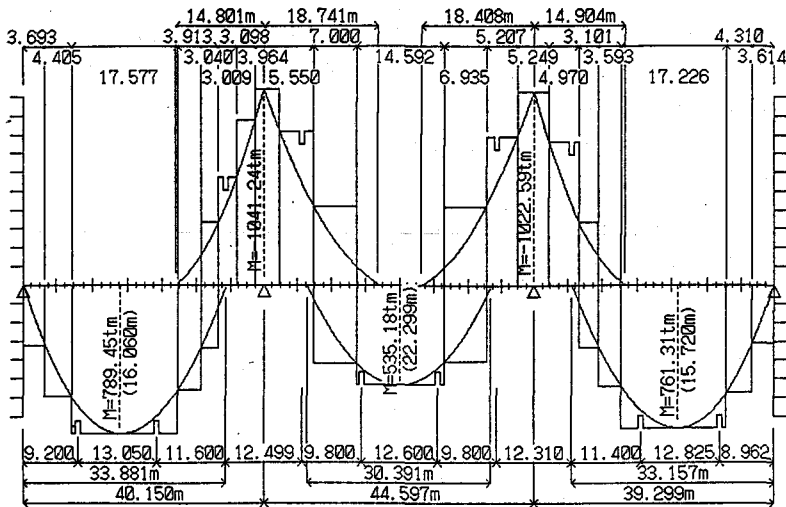


図-8 3 径間連続桁断面変化位置推定結果 (断面力図)

5. あとがき

本システムの完成により、かなりの精度で最終断面変化位置の推定が可能になり、今まで明確でなかった連続桁の負曲げ区間、交番部の断面変化位置の決定に至るまでの設計時間短縮化が可能になったといえる。

しかしながら今回のシステム構築では、3 径間連続桁のみに対象を絞った事、アンケート調査の結果にやや偏りがあった事、断面構成上の問題(逆テーパー、板幅差、板厚差)まで踏み込んでいない事などによりまだ完全なものにはなっていない。

このため、より知識ベースを充実させ、また断面計算プログラムと連動させることなどにより、よりよいシステムにしていく必要がある。

将来、このシステムがなんらかの形で既存の自動設計システムと連動し、計算時間の短縮化や、その設計精度の向上が図られることになれば幸いである。

最後に、アンケート調査に御協力いただきました皆様、大創玄の利用にあたり、御指導いただきました(株) エーアイソフトの方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (社) 土木学会関西支部平成 4 年度共同研究グループ：土木構造物の知識情報処理に関する調査研究報告書、pp. 88-114、平成 5 年 5 月
- 2) (社) 日本橋梁建設協会：デザインデータブック、昭和 6 3 年 5 月
- 3) 日本道路公団：設計要領第 2 集、平成 2 年 7 月
- 4) 阪神高速道路公団：設計基準第 2 部、平成 2 年 6 月
- 5) 首都高速道路公団：鋼構造物設計基準、平成 4 年 4 月
- 6) 名古屋高速道路公社：鋼構造物設計基準、昭和 6 2 年 4 月
- 7) 福岡北九州高速道路公社：設計基準第 2 部、平成 4 年 6 月
- 8) エーアイソフト(株)：大創玄マニュアル、平成元年 6 月