

部分構造による剛性推定法

宮崎大学工学部 学生員○稲留 靖浩
 宮崎大学工学部 正 員 今井富士夫
 宮崎大学工学部 正 員 中沢 隆雄

1. はじめに

多年の供用によって損傷を受けた橋梁の剛性変動を解析するための手法として、感度解析によるものが提案されている^{1)~4)}。これらは有限要素法を基にした解析法であり、損傷による剛性変動が分割された要素内で一樣な場合には精度の良い結果を得ることができるが、要素内に局所的な損傷が存在する場合には解析結果の精度は十分とはいえないようである。局所的損傷による剛性変動を把握するには、要素を細分化する必要がある、構造全体の解析では多大な計算時間や容量を要することになる。

本報告は、部分構造を採用することにより局所的な損傷を少数の解析要素で評価できる手法を提案するとともに、その適用性を検討するものである。

2. 部分構造への感度解析の適用

感度解析による剛性推定法は、静的解析では変位に対する剛性変動を算定するものである^{1), 5)}。ここでは、はり全体から切り出された部分構造に上記の推定法の適用を図る。

図-1 (a) に示すような単純ばりを考え、区間3~7の剛性を算定するために、その部分を切り出す。このとき、部分構造に作用する荷重として、全体系でこの区間に作用していた外力に加えて、全体系で生じた節点3と節点7の曲げモーメントから成る回転力を負荷する(図-1 (b))。変位データはこの区間の相対変位を使用する。

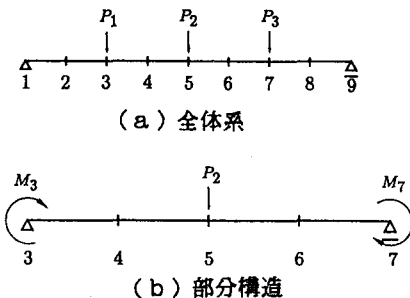


図-1 部分構造の荷重モデル

3. 解析モデル

解析モデルは図-2に示すような損傷のある単純ばりで、損傷部の長さ(s)を図のように変化させた。損傷部の断面2次モーメントは損傷のない断面の1/2とし、荷重は図-1のような鉛直荷重 $P_1 \sim P_3$ を個別に負荷した。

解析は全体系および部分構造とも8分割要素で行い、解析変数は断面2次モーメントの逆数とした。

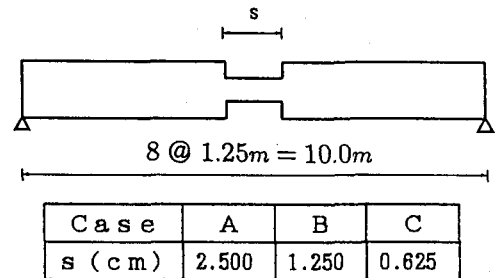


図-2 解析モデル

図-3は各損傷に対する最小の部分構造を示したもので、Case Aは全体系(DT)の8分割された1つの要素内に一樣に損傷が分布しているもので、他のCaseは全体系要素の1部に局所的な損傷がある場合である。DHとDQは、局所的な損傷を解析するための部分構造である。

部分構造の入力データである変位は予め解析的に

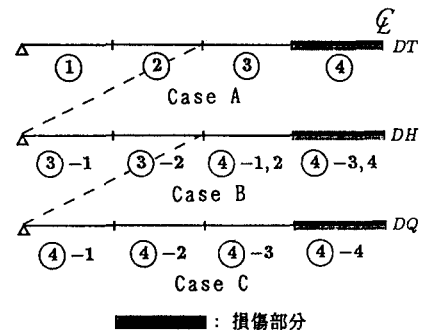


図-3 損傷と部分構造の要素分割

求めたものを使用した。

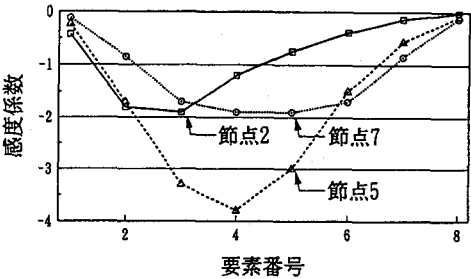
4. 解析結果および考察

表－1は解析結果であり、表中の真解は図－2に示す断面2次モーメントを示したものである。また、変数は解析変数の個数を意味しており、8は全ての分割要素の断面2次モーメントを変数としたもので、6は支点側の2つの要素が同一と考えたものである。

Case Aについては、全体系の解析で十分な解を得ることができている。しかしながら、変数8では端部に2%程度の誤差が生じているのに対して、変数6ではいずれの要素とも0.2%まで低減している。

図－4は解析変数に対する変位への感度係数の1例（荷重P₁、変数値1.0に対するもの）を示したもので、はり端部の感度係数は中央部に比べ、小さくなるため、端部に精度低下がみられるようである。

Case Cは局所的な損傷が存在する場合の解であり、損傷の長さが解析要素に一致するDQで、かつ変数6では精度の良い解を得られているが、変数8では



図－4 感度係数

十分とはいえない。DTあるいはDHの結果から、解析に使用した要素が損傷と合致していない場合には、損傷を有する要素に隣接する要素の剛性が過大となるようである。このことを利用すれば、真解を得るための部分構造の位置と支間の決定が容易になると思われる。

5. まとめ

本報告では、感度解析による部分構造が局所的な損傷のある単純ばりに適用できることを示した。ここでの入力データである変位は理論解を採用したもので、野外実験などを考えると、このような無数のデータを得ることはありえない。現在、少数のデータを用いて、スプライン関数による補間を考えており、次の機会に報告する。

【参考文献】

1) 台原 他：土木学会第44回年次学術講演会、I-271、1989
2) 新延 他：土木学会第46回年次学術講演会、I-375、1991
3) 水澤・高木：構造工学論文集、Vol.38A、1992
4) 榎本 他：土木学会第47回年次学術講演会、I-512、1992
5) 土木学会構造工学委員会：構造システムの最適化、土木学会、1988

表－1 解析結果

Case A												
要 素				①	②	③-1	③-2	④-1	④-2	④-3	④-4	
真 解				1. 0	1. 0	1. 0		0. 5				
変数	8	構 造	DT	1.018	0.991	1.005		0.500				
	6		DT	0.998	0.998	1.002		0.500				

Case C												
真 解				1. 0	1. 0	1. 0		1. 0			0. 5	
変数	8	構 造	DT	2.000	0.671	1.623		0.697				
			DH	—	—	1.778	0.697	1.825		0.578		
			DQ	—	—	—	—	1.141	0.900	1.052	0.497	
変数	6	構 造	DT	0.915	0.915	1.249		0.725				
			DH	—	—	0.956	0.956	1.287		0.601		
			DQ	—	—	—	—	0.993	0.993	0.985	0.503	