

I - 246

部分構造と感度解析による格子桁の剛性推定

宮崎大学 学生員○稲留 靖浩 宮崎大学 正 員 今井富士夫
宮崎大学 正 員 中沢 隆雄 (株)エイトコンサルタント 山根 直彦

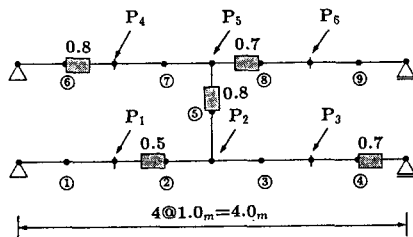
1. はじめに

著者らは先に部分構造と感度解析を併用することにより、損傷を受けたはりの剛性値を精度良く推定できることを明らかにした。本法の特徴は局所的な損傷の部位やその幅を把握できることにある^{1)~3)}。本報告は、損傷を有する格子桁への本法の適用を試みたものである。

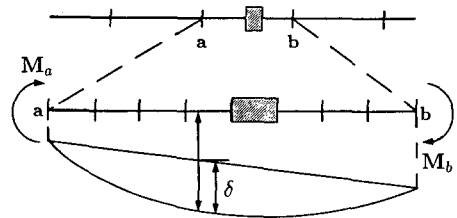
2. 解析モデルと本法の特徴

解析モデルは図-1(a)に示すような損傷のある格子桁を考える。損傷は断面2次モーメントで表わし、損傷のない部分は1とし、損傷のある部分は図中の斜影部の数値のとおりである。荷重は鉛直荷重 $P_1 \sim P_6$ を個別に負荷し、入力値はFEMによって求められたたわみおよびたわみ角を使用した。解析変数は断面2次モーメントの逆数とした。部分構造は図-1(b)のように任意の区間abを例に採ると、切り出された区間abを単純ばりと仮定して、作用する荷重は全体系での外力に加えて、点aと点bの曲げモーメントから成る回転力 M_a, M_b を負荷し、変位は区間abの相対変位 δ とする。

本法はFEMを基にした解析法であり、解析要素と損傷の長さが一致しておれば推定剛性は精度の良いもの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損傷を包含した要素に隣接する要素剛性が過大な値を示すことが明らかとなっている^{1)~3)}。そこで、要素長と損傷長が一致するように部分構造を採用することにより、剛性推定を行う。



(a) 解析モデル



(b) 部分構造

図-1 解析モデル

3. 全体構造での解析結果

全体解析では図-1(a)に示すように、測定点は●の19点とし、解析変数は個々の要素で異なるものとして9要素9変数とした。解析結果を表-1に示す。1つの要素の中に損傷が含まれている要素②、④、⑥、⑧では損傷を含む平均的な値を示しているが、隣接した要素にはたわみを入力値とした場合に剛性値が1を越える値を示している。このことから要素②、④、⑥、⑧には1部に損傷を包含していることがこれまでの報告から明らかとなる。

表-1 解析結果

要素番号	①			②			③			④			⑤		
真解	1.0			1.0	0.5	1.0	1.0			1.0	0.7	1.0	1.0	0.8	1.0
たわみのみ	0.9565			0.7792			1.0940			0.8627			0.9738		
たわみ角のみ	0.8835			0.8138			1.0290			0.9805			1.0170		
要素番号	⑥			⑦			⑧			⑨					
真解	1.0	0.8	1.0	1.0			1.0	0.7	1.0	1.0					
たわみのみ	0.9173			1.0200			0.8745			1.0810					
たわみ角のみ	0.9154			0.9868			0.8837			1.0600					

4. 部分構造による解析結果

部分構造には図-2に示すような8分割されたものを採用し、解析変数は2つの要素で1つとする8要素4変数とした。解析結果を表-2に示す。

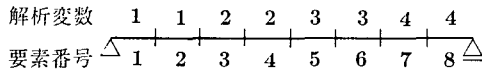


図-2 解析変数

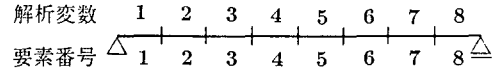


図-3 解析変数

部分構造により損傷部分と要素長を一致させているので、各要素の推定剛性は十分な精度で得られていることが判る。入力値にはたわみとたわみ角の2つを使用しているが、たわみ角がより精度の良い解を与えている。これは、従来から論じられているように剛性の変化に対する変形の感度は曲率、たわみ角、たわみの順で敏感であることによるものである。また、主桁に比べて横桁の精度がやや低下しているようであるが、その理由として主桁では曲率が同符号であるのに対し、横桁は両端の曲率が反転するなど複雑な変形を示すためだろうと思われる。

表-2 解析結果

	要素番号	1	2	3	4	5	6	7	8
要素①	真解	1.0	1.0	1.0	1.0				
	たわみのみ	0.9931	1.0010	1.0010	0.9990				
	たわみ角のみ	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000				
要素②	真解	1.0	0.5	1.0	1.0				
	たわみのみ	1.0020	0.5014	0.9842	1.0220				
	たわみ角のみ	1.0000	0.5000	1.0000	1.0000				
要素⑤	真解	1.0	1.0	0.8	1.0				
	たわみのみ	0.9748	1.0170	0.8244	0.9484				
	たわみ角のみ	1.0020	1.0040	0.7992	1.0050				

5. 剛性推定のための载荷モデル

感度解析法を基にした本法では、剛性を推定する解析変数と変位データとなる測定数との間には解析変数 $\leq$ 測定数となる必要がある。図-3に示すように各要素をすべて解析変数とする8要素8変数で部分解析を行った場合を考える。図-1(a)に示すように荷重は各節点に負荷している。よって、各部分構造に対する荷重は単純ばりの両端点に負荷するモーメント荷重のみとなる。

部分構造①の荷重は図-1(b)の端点Bのみにモーメント荷重が負荷されるだけである。この場合、格子桁で多数の載荷点を設けても、部分構造での荷重は端点Bのモーメント荷重の倍率が変化するのみで、たわみの測定数は7である。部分構造の設計変数は8なので解析に対する必要条件を満たしていないことになる。したがって、解析ではたわみを入力値とする場合には設計変数の低減が必要となる。

一方、はり中間部の部分構造では荷重は両端に存在するので、この両者の比を変化させるような荷重モデルを n 個採用すれば、測定数は $7 \times n$ となる。例えば荷重 P_1 と荷重 P_2 を採用すれば測定数=14となり、解析変数 $\leq$ 測定数は満足される。しかしながら、荷重 P_3 によって得られるモーメント荷重は荷重 P_2 によるものに単に比例しているにすぎず、荷重 P_3 の荷重は無意味なものとなり、同様に荷重 $P_4 \sim P_6$ によるモーメント荷重も荷重 P_2 によるものに相似であり、測定数には含まれないものとなる。

6. おわりに

本報告では、単純ばりでその有効性が確認されている部分構造と感度解析を併用した手法を損傷を有する格子桁に適用し、その有用性について検討を行った。得られた結果を要約すると、以下ようになる。

- (1) 本法は格子桁にも十分に適用できる。
- (2) 格子桁に部分構造を採用する場合には载荷方法を検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 稲留 他：平成4年度西部支部大会、I-10、1992
- 2) 稲留 他：土木学会第48回年次学術講演会、I-201、1993
- 3) 今井 他：コンクリート工学年次論文報告集、1994