構造解析のための自動節点番号付けプログラム

京都大学工学部　正員　白石成人　　岡山大学工学部　正員　谷口健男
大阪市　　　　　正員○殿本　卓

1.まえがき　構造解析を変位法，有限要素法で行なう場合連立一次方程式を解く必要が生じる。構造物の大型化，複雑化に伴い連立一次方程式の元数が大きくなり計算機の記憶容量および計算時間の増大という問題が生じてくる。これらの問題を解決するため構造解析に表われる行列のSparse特性を利用した種々の手法が提案されている。特に筆者らは構造物を突起を持たない系状(凸系状)と突起を持つ系状(凹凸系状)に分け、前者には帯行列法[4)]を後者にはProfile法を用いて解析することを提案してきた[1)]。今回はその最終段階としてProfile法を用いる際の入力データ量を減少させるための節点番号付けAlgorithmの提案を行なう。

2.凸系状に対するProfile減少節点番号付けAlgorithm　Algorithmを述べる前に以下で用いる用語の説明を行なう。グラフのFrontとはProfile減少節点番号付けのある段階においてまだ番号付けられていない節点と隣接するすでに番号付けられた節点の集合とする。またグラフの点u,vの距離d(u,v)とは、uからvへ至るpathのうち最小の辺を有するpathの辺数のことである。節点uのout-deg.とはuに隣接するまだ番号付けられていない節点およびその節点数のことを、in-deg.とはuに隣接する番号付けられた節点およびその節点数のことをいうとする。なお出発点の選定については参考文献3)を参照されたい。

(Algorithm 1)　Profile Minimization Algorithm　(凸系状)

(Step1)　出発点uを決定しそれより等距離集合族$\{L_i\}$を形成する。ここでL_iとは、$L_1=\{u\}$, $L_2=\{v \mid d(u,v)=1\}$, ……, $L_m=\{v \mid d(u,v)=m-1\}$のことである。

(Step2)　uに番号nを付し、グラフから除去する。以下番号付けはreverseに行なう。

(Step3)　$M_2=L_2$とする。M_2でout-deg.=1の点集合を$\{V\}$とする。Vに隣接する点のうちでin-deg.が最大の点をvとし、それに番号を付しM_2に加える。vに隣接しているM_2の点のout-deg.を1さげout-deg.=0となったVの点をM_2より除く。

(Step4)　(Step3)の操作をout-deg.=1の点がなくなるまでくり返す。out-deg.=1の点がなくなれば(Step5)へ行く。

(Step5)　$j=2$。M_2の点でout-deg.=jの点を探す。(ないときは$j=j+1$としてくり返す。)それらの点で隣接してFrontを形成している中で最大の節点数より成る集合をWとする。そのようなWがいくつかあるときは、出発点より距離が一番小さい節点を含むWをとる。Wに隣接している点でin-deg.最大の点をwとする。wに隣接するWの任意の点をxとすると、xに隣接する点にin-deg.最大の順に番号を付けそれらの点をM_2に加へxはM_2より除く。(Step3へ)

(Step6)　$M_2=\phi$になれば終了。

このAlgorithmより得られた節点番号の例をFig.1に示しておく。ま

	R-CM Method	Old Method	Proposed Method
42	118	114	86
99	492	434	391
136	666	596	541
193	1932	1715	1277

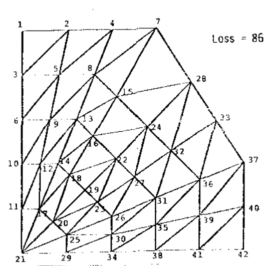

Fig.1 Result of Proposed Method

Shiraishi Naruhito,　Taniguchi Takeo,　Tonomoto Takashi

た、他のProfile減少法により得られたロス[3]の数と比較した結果を表1に示しておく。これを見れば今回提案したAlgorithmの有効性は明らかであろう。なお詳しい図は当日発表する。

3.凹凸系状に対するProfile減少節点番号付けAlgorithm　凹凸系状は凸系状と違い途中でout-deg=0の点を持つために若干のAlgorithmの変更が必要である。突起をいくつも持つグラフの番号付けは突起を1つ持つグラフの番号付けのくり返しであると考えられるので、ここではFig.2を参照して突起を1つ持つグラフの節点番号付けAlgorithmを述べることにする。なお、このAlgorithmの中で述べられているB.P.とはFig.2に示されているようにグラフが分岐する点のことである。Shortest pathとはたとえばB.P.とβを結ぶpathのうち辺数最小となるpathのことである。B.P.およびShortest Pathを求めるAlgorithmについては参考文献3を参照されたい。

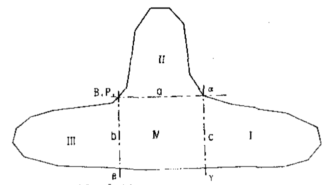

Fig.2 Example of Cut Syste

(Algorithm 2)　Profile Minimization Algorithm　(凹凸系状)

(Step1)　B.P.よりShortest Pathを見い出しその端の点をαとする。Shortest Path上の節点(B.P.を除く)を開放する。

(Step2)　B.P.よりもう一度Shortest Pathを見い出しその端の点をβとする。

(Step3)　α, βを出発点としてB.P.を探す。ここではαを出発点にして見つかったとする。そのB.P.をγとする。

(Step4)　B.P.とαを結ぶShortest Path: aで分割された部分のうちβ,γを含まない部分(IIの部分)の節点数を数える。同様にしてαとγを結ぶShortest Path: b，B.P.とβを結ぶShortest Path: cにより分割された部分(それぞれI,IIIの部分)の節点数を数える。

(Step5)　それぞれの部分の節点数の大きさがI>III>IIの順であったとする。Shortest Path a,b,cで囲まれた部分をIVとすれば、I,IVの部分(a,c線も含める)を合併し(Algorithm 1)を適用して番号付けを行なう。

(Step6)　a線上の節点を(Algorithm 1)のM_2としてIIの部分の番号付けを行なう。

(Step7)　c線上の節点を(Algorithm 1)のM_2としてIIIの部分の番号付けを行なう。

(Step8)　すべての節点に番号付けられれば終了。

Fig.3は今回示したAlgorithmにより番号付けられた例をFig.4は前回示したAlgorithm[2]により番号付けられた例を示している。なお凹凸系状に対しては参考文献3に提案した修正Profile法の方が入力データ量その他において有利である。

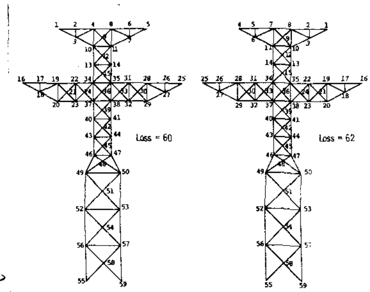

Fig.3 Result of Proposed Method　Fig.4 Result of Old Method

4.あとがき　有効なProfile減少節点番号付けAlgorithmが提案されたことにより、よりいっそう構造解析の合理化が促進された。

(参考文献)　1) 白石,谷口,殿本　第3回電算機利用に関するシンポジウム　1978　p.p. 81-84
2) 白石,谷口,殿本　昭和53年度土木学会関西支部年講　1978
3) 白石,谷口,殿本　第13回マトリックス解析法研究発表論文集　1979　pp. 97-102
4) 白石,谷口,殿本　昭和54年度土木学会年次学術講演会概要集　1979　pp. 39-40