

1. はじめに

前回の発表では、設計プロセスについての考察を中心とし、設計方法論をより具体化していくことが重要であると強調したが、その中で設計における変数相互間のつながりと設計手順との関係についても触れておいた。今回の発表では、この点について更に考察を遂め、設計における変数相互間のつながりを解析する方法を見出すことを主眼とした。このため、複雑なシステムの記述、解析に適用しているネットワーク技法を取り上げ、この技法が上記の事柄に応用できるかどうか、更には設計方法の改善に役立つことができるかどうかについて考察を加えた。特にネットワーク技法のうちでフローグラフに着目し、合成げたの設計を例にとり、変数相互間の関係を図示し、変数相互間の関係を解析するプログラムを作成することを試みた。この設計方法論において目的としているものは、設計における方法が設計者個人の経験や勘だけでなく、なるべく数式的な扱いが可能となるような方法を見出そうとしていることである。

2. ネットワーク技法について

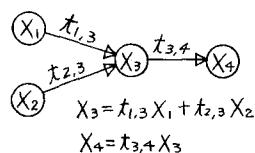
1) 複雑なシステムの表現と解析

設計操作に関係のある因子(鋼けたの設計を例にとれば、板厚、腹板高、設計曲げモーメント、応力度等)は、設計操作によって変化するものなので、変数として扱えば、この変数で設計対象を表現したり、この表現を元にして設計対象を解析したりすることが考えられる。通常の設計例では設計対象はかなり複雑なシステムを形成している。一般に複雑なシステムを扱う場合には、ネットワークの考え方が役立つ場合が多い。変数間のつながりはネットワーク状となっており、お互いに結合しあっている変数間では、一つの変数の値はそれが関連する他のすべての変数の値に影響を及ぼしている。ルーテンワークとなっている設計では、隣接した変数間には両者間の関係を示す式が存在する場合が多いので、このような関係式を変数全体についてうまく表現できれば、変数も元にして設計対象が表現できたことになる。この場合、①全体の関係が一目で把握できる。②時定の変数の他の変数に対する影響度を調べることができる。の二点が最も必要である。このような目的に合致するものを捜すと、ネットワーク技法の一つであるフローグラフによる解析があげられる。

2) フローグラフについて

フローグラフについて簡単に説明する。あるシステムの状態を表わすための変数と見なし、“ある変数が他の変数に直接に影響を及ぼす”ときに限り、“ある変数”に対応する点から“他の変数”に対応する点への枝を設けることによって一つのグラフが作られる。時に変数間の関数関係がすべて線形である場合には、各枝に係数を付加することによって変数相互間の関係が完全に記述できる。逆に言えば、線形代数方程式で表現されるシステムをたど一通りに表わす線図である。変数間の係数 a_{ij} は、点 i から点 j へのトランスミッタンスと呼ばれるが、このトランスミッタンスを逐次計算していくことにより、直接には関係のない変数への影響度を計算することができる。

図-1 フローグラフの例



3. フローグラフによる解析

フローグラフを用いて構造物設計における変数相互間の関係を解析する手順を示す。活荷重合成げたの上下フランジ断面積と主荷重による応力度との関係を例として用いた。

① 変数間の関数関係を表す個々の式を記述する。この式が線形代数方程式の形になっていない場合には、次の方法で線形化する。 $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ について、

$$dy = \frac{\partial}{\partial x_1} f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 + \frac{\partial}{\partial x_2} f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_2 + \dots + \frac{\partial}{\partial x_n} f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_n$$

この式は変数 y に直接影響を及ぼす変数 $x_1, x_2, \dots, x_n$ の微小変化量 $dx_1, dx_2, \dots, dx_n$ と y の微小変化量 dy との関係を表わしている。

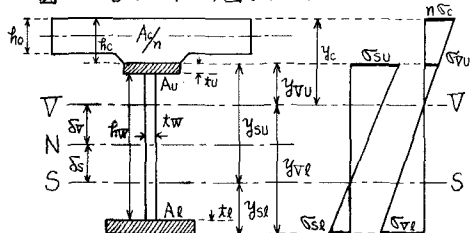
② 線形化した式に基づいて図-3のようにフローグラフの形に図示する(変数および係数の記号の説明は図-2に示す。)図示の段階でも多くのことがフローグラフから読み取れる。

③ フローグラフ解析プログラムにより操作する変数(ソースとなる変数)が他の変数に与える影響度を計算する。線形化しても係数が定数となっていない(係数がソースの値により変化する)ので、ソースの値を仮定して係数を計算しておく。変数間の関係を表す式が非線形の場合は、仮定した係数の値の近傍での各変数の変化量についての相互関係をフ

ローグラフは表わしている。解析プログラムはトランスミッタンスを計算するサブルーチンと解析する対象ごとに書き下す主プログラムとからなる。

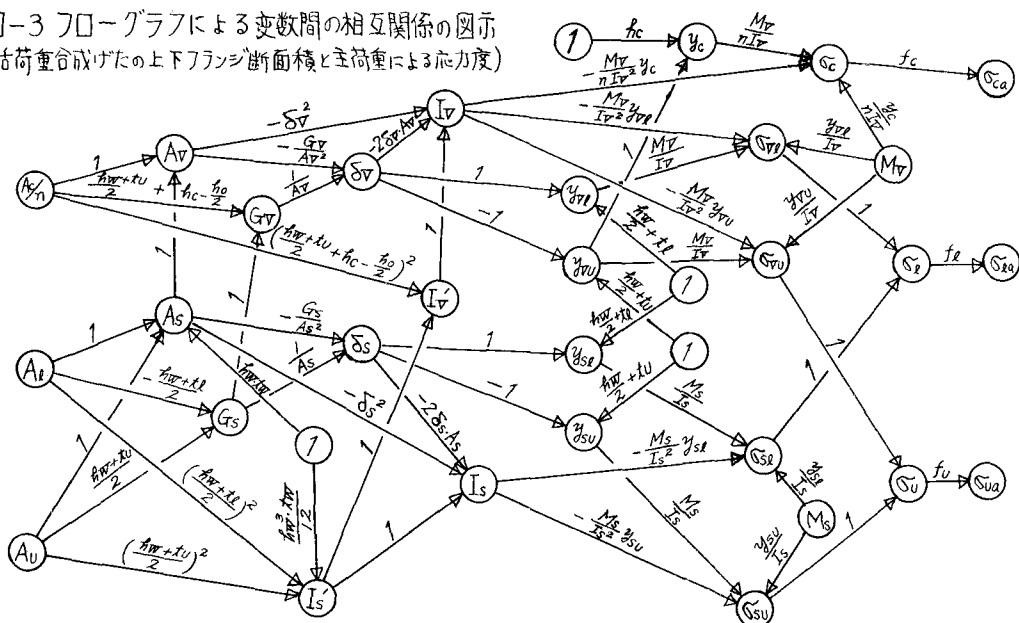
④ 個々のソースが1単位変化したときの他の変数に対する影響度令が③の段階で計算してあるもので、いくつかのソースがある単位変化したときの影響度令は、重ね合わせにより求める。

図-2 合成けた断面および記号



As: 鋼けた断面面積 Av: 合成けた換算断面面積
Is: 鋼けた断面二次モーメント (S-S軸)
Iv: 合成けた換算断面二次モーメント (V-V軸)
Ms: 合成前曲げモーメント Mv: 合成後曲げモーメント

図-3 フローグラフによる変数間の相互関係の図示 (活荷重合成けたの上下フランジ断面積と主荷重による応力度)



4. おわりに

設計方法論を具体化していくに当って、今回は設計問題にネットワーク技法を応用することを試みたが、設計における変数について相互間の関係を解析していく場合にフローグラフは非常に便利であることが判明した。しかしながら、ネットワーク技法を応用していく場合には多くの解明すべき問題が存在しており、なお一層の研究が必要である。最後に主な参考文献に触れておく。

Systems Analysis And Design Using Network Techniques, G.E. Whitehouse, Prentice-Hall
グラフ理論とその応用 I~V, 伊里正夫, 電子通信学会誌