

PC橋の概略設計プログラム

住友建設株式会社

森田 雄三

新井 英雄

滝 慎一郎

○ 泉 佳宏

1. まえがき

PC橋の概略設計は、大きく分けて、断面力の算出、主鋼材本数の算定、応力度の算出、せん断応力に関する検討、材料計算の順序で行なわれている。これらの計算はパターン化されている場合が多いが工法や橋種の変化によっていろいろなパターンがあり、本プログラムは、その結果を用いて概略工事費を算出することを目的としている。本文では、押出し工法、斜張橋、DW橋の概略電算システムを紹介する。

2. 押出し工法による連続桁概略設計プログラム

2-1. プログラムの概要

本プログラムは、押出し工法によるプレストレストコンクリート連続桁における施工時及び、完成時について、概略的な主桁の断面力及び応力度の算定を行なって、なおかつ材料計算を行なう概略一括プログラムである。押出し工法とは、一般に橋台背面に設置した桁製作台で6～20mの橋体ブロックを製作し、コンクリートの硬化後、このブロックを前方に押出し、空いた作業台で前方に押出したブロックにコンクリートを打ち継ぎ、PC鋼材結合しながら、順次主桁を前方に押出して橋梁を架設する工法である。

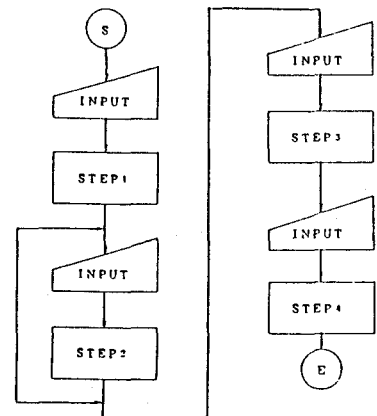
このように押出し工法により連続桁を施工する場合、順次構造系が変化し、構造系が変化する毎に各検討断面において断面力を算定する必要がある。本プログラムにおいては、これらの構造系の変化に対して、出来るだけインプットデータを少なくし、的確な断面力算定を行なうプログラムである。

また、本プログラムは、押出し工法の特徴と計算機の特性を考慮して、変位法により、施工時断面力及び完成時断面力を計算し、応力度の検討を行ない、概略の必要PC鋼材量を算定する。なお、PC鋼材による二次力についても変位法により解析する。

2-2. プログラムのフロー

- STEP 1
- ・施工時断面力の算定
 - ・施工時に必要なPC鋼材及び応力度算定
 - ・完成時断面力の算定
 - ・完成時に必要なPC鋼材及び応力度算定
- STEP 2
- ・施工時のPC鋼材による二次力算定
 - ・施工時の応力度算定
 - ・完成時のPC鋼材による二次力算定
 - ・完成時の応力度算定
- STEP 3
- ・完成時のせん断応力度算定
- STEP 4
- ・材料計算

(いずれのステップへもフィードバックは可能)



2-3. プログラムの内容

本プログラムでは、図2・1のような主桁部材が順次製作され、左から右へ移動していくものとし、完成時において連続桁構造になるものとする。施工時の断面力算定においては、図2・1の如く主桁、手延べガーダー、支点、基準点及び仮支柱からなる構造系とし、施工完了時（図2・2）については、主桁、支点、及び仮支柱からなる構造系とし手延べガーダーについては考えない。

施工時及び完成時に考慮する荷重は下記の通りである。

- | | | | |
|-----|---------------|-----|---------------|
| 施工時 | 1. 主桁自重（内部設定） | 完成時 | 1. 主桁自重（内部設定） |
| | 2. 横桁自重 | | 2. 横桁自重 |
| | 3. 手延べガーダー自重 | | 3. 静荷重 |
| | 4. 施工時任意荷重 | | 4. 活荷重 |
| | | | 5. 完成時任意荷重 |

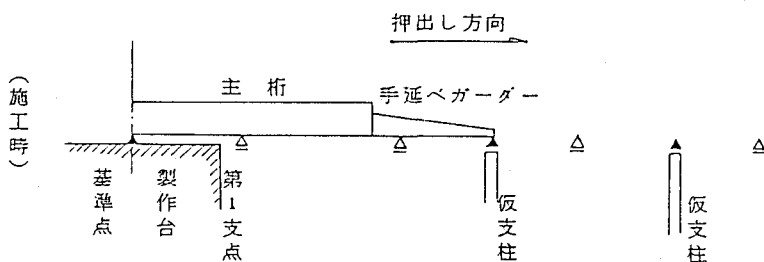


図2・1

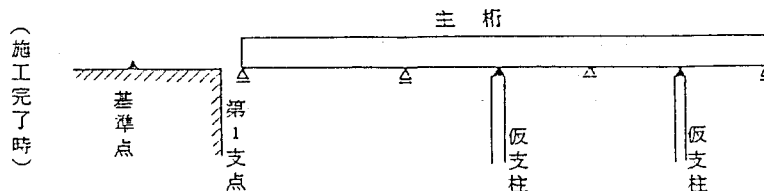


図2・2

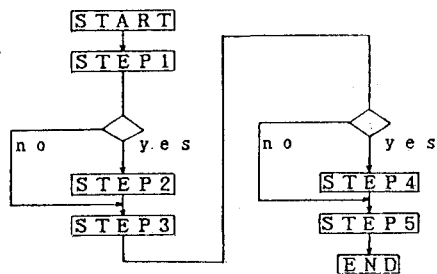
3. PC斜張橋概略設計プログラム

3-1. プログラムの概要

本プログラムはPC斜張橋の概略設計を目的としたプログラムで、主桁、塔、橋脚の各部材の断面力計算、主桁の応力度計算及び必要鋼材量の算出、終局荷重作用時曲げ破壊に対する必要鋼材量の算出、更に以上の計算結果を基に材料計算を行なう。結果はデータファイルを通じて繰返して使用できる。

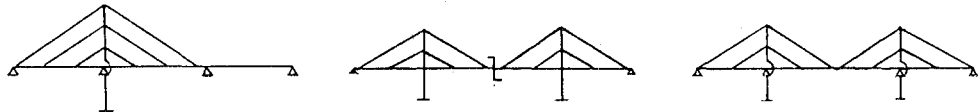
3-2. プログラムのフロー

- STEP 1 ・ 荷重ケーブル張力による変位、反力、断面力
 STEP 2 ・ ケーブル張力変更による断面力
 STEP 3 ・ 架設時完成時鋼棒本数の算定
 ・ 合成応力度の算定
 STEP 4 ・ 曲げ破壊に対する必要鋼材量の算定
 STEP 5 ・ 材料計算



3-3. プログラムの内容

本プログラムでは格点の座標及び支点条件、部材結合条件を入力することにより構造系を作成する。塔、橋脚、主桁の交点部の結合条件は、塔及び橋脚は常に剛結とし、これに対する主桁の結合条件を指定できる。図3・1の用な構造系及び、他の構造タイプとの合成構造系が解析可能であり、変位法で解析している。



I) 連続桁

II) ラーメン

III) フローティング

図3・1

構造解析については、支承条件は固定支承、弾性支承が考慮でき、又部材の結合も考慮することができる。交差点では主桁、塔、橋脚とで別々にがつけられるが、主桁、塔、橋脚はある条件で部材が結合していることが多い。

例えば、図3・2の様に主桁と主塔、橋脚はx, y方向が剛結合であり、回転を伝えない結合になっている構造では、以下の様に変位の拘束条件を記号で表わすと、 $x_5 = x_{150}$, $y_5 = y_{150}$ となる。以上の条件を多自由度拘束により処理し、解析する。

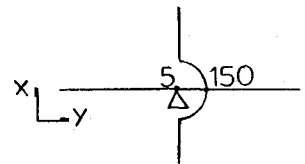


図3・2

考慮出来る荷重の種類には、次の物がある。a) 自重、b) 横桁自重、c) 静荷重（全支間一定）、d) 活荷重（衝撃係数、TT-43荷重考慮）、e) 任意荷重1（荷重の組み合わせに考慮される。）、f) 任意荷重2（荷重の組み合わせに考慮されない。）、g) 地震荷重、h) 温度変化（全体の温度変化と斜材の温度変化）、i) 支点沈下（各支点の沈下に対する断面力の最大、最小断面力の算出）、j) 乾燥収縮、k) 斜材張力（単位張力に対する係数倍）

4. PC桁橋概略設計プログラム

4-1. プログラムの概要

本プログラムは、PC桁橋（連続、ラーメン橋）について、断面力を算出し、主鋼材、及びせん断鋼材の必要量を概略的に求め、材料計算を行なうものである。

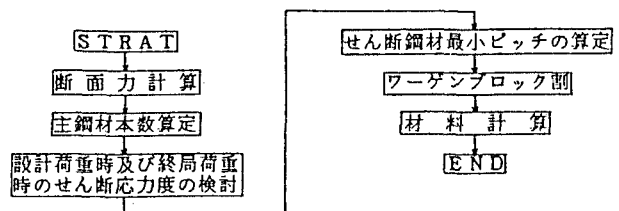
断面力の解析は全支保工状態にて行なっているが、鋼材配置、材料計算は、カンチレバー工法を基本としている。

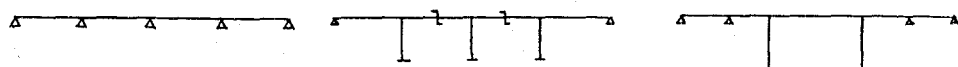
4-2. プログラムのフロー

終局荷重時におけるせん断応力度の検討において、平均せん断応力度が最大平均せん断応力度を上回った場合には、断面変更要求のメッセージが出力される。

4-3. プログラムの内容

図4・1の様な構造系が解析可能である。





I) 連続桁

II) 有ヒンジラーメン

III) 連続ラーメン

図4・1

考慮出来る荷重は、主桁自重、横桁自重、静荷重、活荷重の他に任意の分布荷重と集中荷重がそれぞれ4種類ずつ入力出来て、さらに地震による水平荷重も考慮する。

断面力の計算は、連続桁の場合には直接荷重を載荷して応力法を用いるが、連続ラーメンの場合には放物線近似の弾性格点荷重を用いた影響線計算を行ない、この影響線値に実荷重を掛けて断面力を求めている。

主鋼材必要本数及び主方向応力度の算定については、指定した荷重組み合わせケースでの断面力を用いて算定するものとし、始めに指定ケースでの断面力で本数と鋼材配置を決定して二次力を含めて曲げ応力度を算定し、検討断面で負の応力度が発生した場合については、鋼材本数と配置を変更してもう一度応力度を算定し、すべての検討断面で正の応力度になるまで繰り返す。

入力時の指定により橋脚についても下端での断面力及び材料計算を行なうことが出来る。計算可能な断面の種類は、a) 矩形、b) 円形、c) 小判型、d) 矩形中空、e) 円形中空、f) 小判型中空、の6通りであり、この他にも面積と断面2次モーメントの入力によっても計算可能である。

材料計算は、断面力分布から求められた基本値に経験的な実数値を乗じて求める。

5. あとがき

ここに紹介した3本のプログラムについては、まだ現実に即応しきっていない部分あり、その点ではまだ完全とは言えないが、かなり利用価値の高いプログラムであると自負している。今後はいかにしてより現実に近づけていくかが課題となろうが、そのためには種々のPC橋梁の資料を集積することが第一であり、その上で検討を重ねて行く所存である。