

ポストテンション方式単純T桁橋の自動設計

川田工業(株) 電算センター〇西澤 今朝雄
宮川 隆

1. まえがき

ポストテンション方式単純T桁橋(単純T桁橋)は、PC橋の内では最も施工実績も多く標準化も進んだ型式である。この型式の橋梁に対し当社では数年前より床版、主桁、横桁の自動設計を開発してきた。しかし、この自動設計は、主桁及び横桁の断面力を別途求めて断面の応力度を照査するプログラムであった。そこで今回、設計業務のより一層の合理化を図る為に断面力の算出より一括してこれらの設計ができる単純T桁橋自動設計システムを完成した。つきましては、この機会に本システムの構成と設計方法について述べることにする。

2. システムの概要

2-1. 適用構造形式

2-1-1. 骨組形状

骨組形状は図-1に示すように、主桁は直線で主桁間隔一定の平行斜角とする。また横桁は支承線方向に平行で支間中央に対称にする。

2-1-2. 橋面形状

橋面形状は図-2を基本とし、歩道部、縁石等が無い場合は零として入力する。また水道管、電ケーブル等の添加物は、位置、重量の入力により考慮できる。

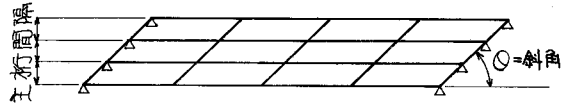


図-1 スケルトン図

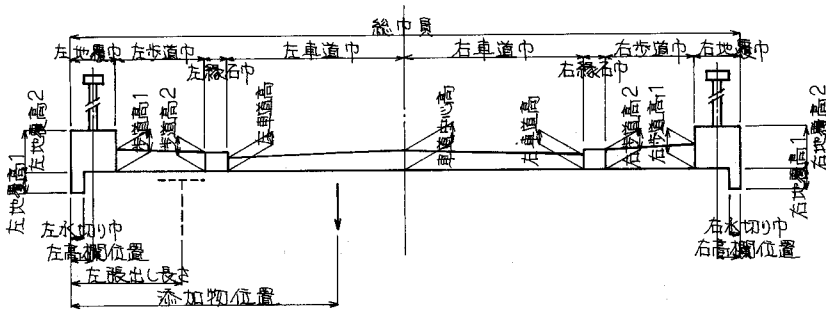


図-2 橋面形状

2-1-3. 設計断面形状

設計断面形状は、図-3に示す寸法で表せるものとする。

2-1-4. ケーブル配置

主桁のケーブル配置は、入力にて指定することも可能であるが、指定されない場合は、建設省タイプで最適配置する。床版においては、12-φ5, 12-φ7で30~60cm間隔で5cmを単位として自動配置する。また主桁と同様に指定することもできるので、最近施工例も増えてきたシングルスランドも考慮できる。

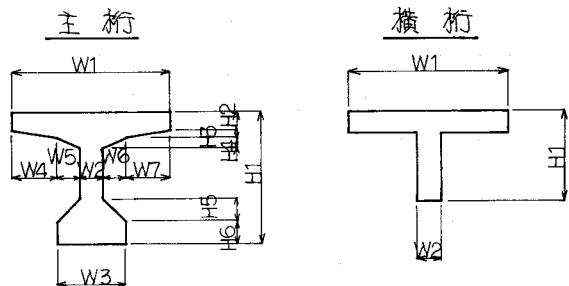


図-3 断面寸法

2-2. システムの特長

本システムの特長は大きく2つ上げられる。第1の特長は、個々の単独プログラムが独立していて、その間のデータの受け渡しをファイルにより行なっているという点である。この方法により個々のプログラムは全く他のプログラムの制約を受けず修正することができる。また、床版、主桁、横桁設計用データは、ファイルに格納されているため、データの追加等が簡単にでき、床版、主桁、横桁の設計のみを単独に計算することも可能である。第2の特長は、入力データが非常に少なくなつたということである。従来、断面力計算と断面算定が分かれていた為に、断面力を求める為に、節点データ、部材データ、支点データ、荷重データ、着目点データ等でカード200〜300枚になり、断面算定の床版、主桁、横桁設計データを加えると一橋を設計するのに400枚前後のカードが必要だった。しかし今回、これらを一括して処理できる為、カード枚数は40枚程度となり、ほぼ1/10に減らすことができた。

2-3. システムの流れ

本システムは、図-4に示すように大きく5個の実行プログラムより構成されている。以下各々のプログラムについて説明する。

2-3-1. PC-K&SHI

このプログラムは、以下に示す4つの実行プログラムをコントロールするルーチンで、格子計算データファイル、床版設計ファイル、主桁、横桁データ作成プログラムの入力データファイルを作成し、各々をファイルA、B、C、Dに格納している。

ここで入力するデータは

- 1) タイトル、設計条件、骨組構造寸法
- 2) 主桁断面寸法及び横桁断面寸法
- 3) 橋面形状寸法
- 4) 荷重追加データ (添加物等の重量及び作用位置)
- 5) 単位重量 (コンクリート、鋼鉄等)
- 6) 床版データ
- 7) 床版データセット値の変更データ (許容応力度、材料強度等は予め表にセットしてある)
- 8) 主桁データ
- 9) 主桁データセット値の変更データ
- 10) 横桁データ

であり、設計者はこれらのデータ群を入力すれば、単純T桁橋の設計と算ができる。

2-3-2. NK&SHI

このプログラムは、変形法により任意形格子理論により格子計算するもので、橋面荷重による主桁、横桁の断面力を計算する。

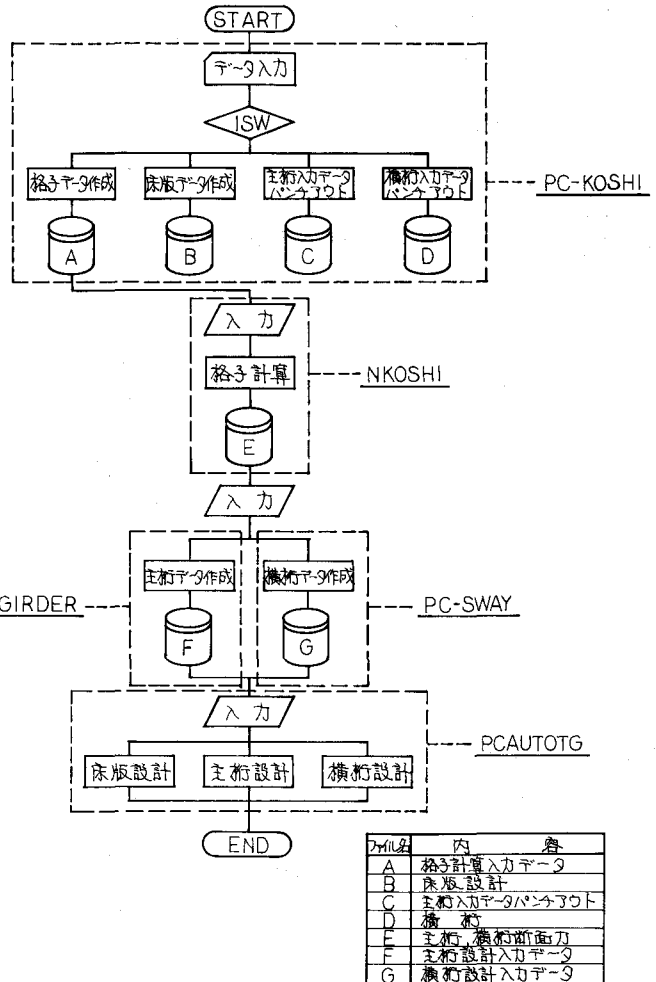


図-4 全体システムフロー

計算された断面力は、設計と算書としての書式でプリントされるとき同時にファイルEにも格納される。

2-3-3. PC-GIRDER

ここでは、格子計算による断面力ファイルE及び入力データファイルCから主桁設計用データを作成し、ファイルEに格納する。

2-3-4. PC-SWAY

PC-GIRDERと同様に、横桁設計用データを作成しファイルFに格納する。

2-3-5. PCAUT&TG

このプログラムは、データファイルB, F, Gを読み、床版主桁、横桁の単独計算及び一括計算が可能である。またこのプログラムは、ケーブル配置等を自動的に決定するが、入力により指定することも可能な為、特殊な条件下の設計も可能としている。

2-4. 設計方法

床版、主桁、横桁の設計方法は、ほとんど同じなので、ここでは主桁の設計方法について述べることにする。主桁の検討項目及び使用計算式は、道路橋示方書に従っている。計算の流れは図-5に示す通りである。以下その流れに沿って説明する。

- 1). 設計に必要な全てのデータを入力する。
- 2). このプログラム内で使用する定数を全てセットする。
- 3). ケーブル配置を指定しない場合、設計曲げモーメントよりケーブル本数及びケーブル配置を仮定する。
- 4). 設計断面位置を指定しない場合は、支点、桁高の $1/2$ 、床版定着ケーブル位置の前縁及び支間中央から最初の定着位置までをスパンピッチで取った所を設計断面とする。ただし、最大20断面までなので、20断面を越える場合はピッチを大きくする。
- 5). 設計断面位置での断面寸法及び断面諸定数を計算する。
- 6). 設計断面位置での断面力を入力断面力より補間し、設計荷重によるコンクリートの曲げ応力度を計算する。補間式は、せん断力及びねじりモーメントは直線、曲げモーメントは放物線を使用している。
- 7). PC鋼材の導入張力を仮定しプレストレスを計算する。もしPC鋼材の引張応力度が許容応力度を越えている場合は、導入張力を修正する。
- 8). プレストレスによるコンクリートの曲げ応力度を計算し、設計荷重による曲げ応力度と合成する。
- 9). 支間中央断面の曲げ破壊安全度を計算する。

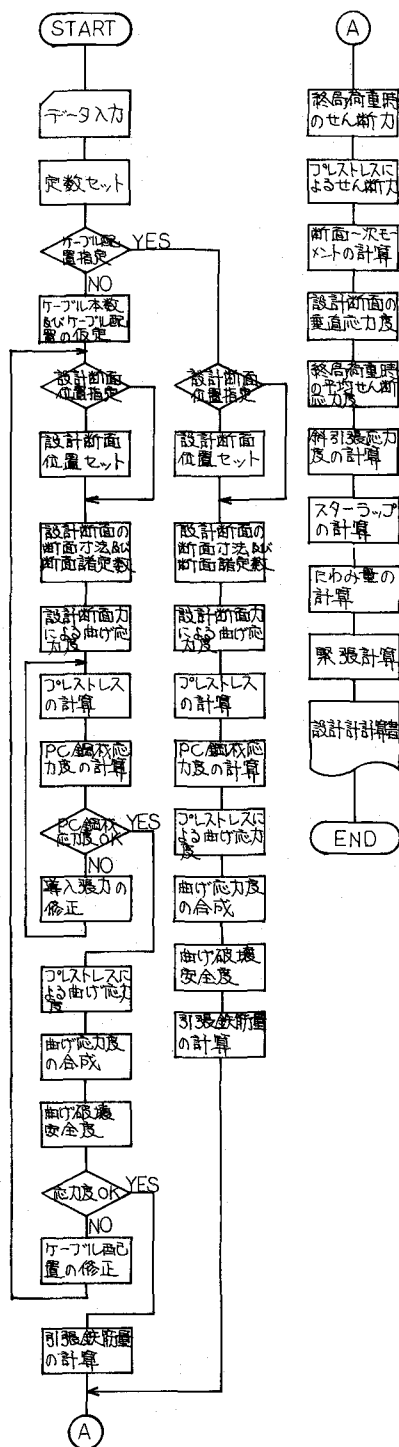


図-5 主桁設計フロー

- 10). 合成応力度及び曲げ破壊安全度が、許容応力度を満足しているか照査し、満足していなかったら、導入張力又は、ケーブル配置を修正する。
- 11). 導入直後及び設計荷重作用時に引張応力度が生じる場合、引張鉄筋量の計算をする。
- 12). 終局荷重作用時の作用せん断力を求め、平均せん断応力度を求め計算する。
- 13). 鋼材換算断面、間詰換算断面の図心位置の断面一次モーメントを求め、斜引張応力度を計算する。
- 14). 終局荷重作用時の斜引張鉄筋量及び最小鉄筋量の計算
- 15). たわみ量の計算
- 16). 緊張計算

上記の計算により出力される項目は以下に示すものである。

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1). 設計断面位置 (支点からの距離) | e). PC鋼材のレラクセーションによるPC鋼材引張応力度の減少量 |
| 2). 設計断面の断面寸法 | 7). 設計荷重及びプレストレスによるコンクリートの曲げ応力度 (合成応力度表) |
| 3). 設計断面位置での設計断面力 | 8). 引張鉄筋量 |
| 4). 断面諸定数 (巻断面、純断面、鋼材換算断面、間詰換算断面) | 9). PC鋼材の引張応力度 |
| 5). ケーブル配置寸法 | 10). 曲げ破壊安全度 |
| 6). プレストレスの計算 | 11). 平均せん断応力度 |
| a) 摩擦によるPC鋼材引張応力度の減少 | 12). 斜引張応力度 |
| b) 定着具のセットによるPC鋼材引張応力度の減少 | 13). 斜引張鉄筋量及び最小鉄筋量 |
| c) 弾性変形によるPC鋼材引張応力度の減少量 | 14). たわみ量の計算 |
| d) コンクリートのクリープ乾燥収縮によるPC鋼材引張応力度の減少量 | 15). 緊張計算 |

2-4. プログラムの適用範囲

- 1). 原則として道路橋示方書に従った構造形式とするが、許容応力度、材料強度等と変更することによって他の形式にも使用可能である。
 - 2). 設計主桁本数は最大2の本までとし、主桁1本当りの設計断面数は最大2の断面とする。
 - 3). 主桁のケーブル配置は最適配置されるが、最大3本までで、ケーブル配置と指定する場合も同様である。
 - 4). ケーブルの定着方法は、フレシナー工法とするが、変更データを入力することで他の工法も可能である。
3. あとがき

近年、設計業務の合理化を目指して自動設計一貫システムの開発が指向されつつある。当社においても、この自動設計一貫システムが必要であり、今回の断面力計算との一括処理はその途中段階である。現在、図化システムを開発中であり、今後、設計、製図(材料計算)までの自動設計一貫システムによる設計業務の処理を考えている。

<参考文献>

- | | | | | |
|------------------------|-----------|-------------|--------|-----------|
| 1). 道路橋示方書、同解説 | I 共通編 | II コンクリート橋編 | 日本道路協会 | 昭和 53年 1月 |
| 2). プレストレストコンクリート標準示方書 | | | 土木学会 | 昭和 53年 |
| 3). 橋梁と基礎 | コンクリート橋特集 | | 建設図書 | 昭和 54年 4月 |