



杭種・杭径比較設計プログラム

Optimum Design Program for Pile Foundations

深尾 忠弘*
Tadahiro FUKAO

高崎 浩**
Hiroshi TAKASAKI

平井 博彦**
Hirohiko HIRAI

相馬 輝樹**
Teruki SOMA

1. まえがき

橋梁設計業務を行う場合は、路線計画(道路設計)、比較設計(予備設計)、詳細設計の流れで設計を行うのが一般的である。そのうち、路線計画(道路設計)はCAD等を利用した対話形式によるプログラムが開発されており、詳細設計においても作業の効率化および正確化を図る目的で各種のプログラムが開発されている。しかし、比較設計においては不確定要素が非常に多いことからプログラム化が遅れており、設計業務に多くの時間を費やしているのが実情である。

本プログラムは、そのような比較設計業務の効率化を目的として開発されたプログラムであり、以下にその概要を紹介する。

2. システムの目的

比較設計業務の作業内容は、以下の検討項目が一般的である。

① 基本条件の整理および検討

架橋地点の地形・地質条件、路線・線形条件、河川、施工・環境条件等、計画の基本となる条件の整理を行う。

② 橋梁基本計画

橋長、支間割、斜角等の橋梁基本スケルトンの検討を行う。

③ 橋梁形式の予備選定

基本計画に基づき、上部工、下部工、基礎工形式を検討し、比較の対象となり得る橋梁形式(5~10案)を抽出する。その中から、概算工事費等により適切と思われる橋梁形式を3案程度に絞り込む。

④ 比較設計

絞り込まれた3案程度の橋梁形式に対し、概略設計計算、概略工事費を算出し、適正比較を行う。

⑤ 最適橋梁形式の選定

比較表の作成を行い、経済性、構造特性、施工性、維持管理、景観等を総合的に判断し、最適橋梁形式の推奨を行う。

以上の5項目が通常の作業内容であり、本プログラムは③の橋梁形式の予備選定に該当し、その中の基礎形式の検討を行うものである。

基礎形式は直接基礎、ケーソン基礎、杭基礎に大別でき、地盤条件、上部工・下部工の規模、施工条件等から基礎形式を決定する。杭基礎の場合はさらに、鋼管杭、PC・PHC杭、RC杭、場所打ち杭に分けられる。従来の杭形式の検討では、経験と勘により数回の試行錯誤で結論を出しているのが実情であり、その杭配置は必ずしも最適であるとは限らなかった。

本プログラムは、この最適杭配置を短時間で決定できるように改良したシステムである。

3. 機能および特徴

以下に本プログラムの機能および特徴を列挙する。

① 1橋当たりの計算ができ、橋台2基、橋脚8基まで考慮できる。

② 各杭種の断面性能等は、内部に登録してあるので入力が簡単である。

③ 地盤定数の入力により、杭の許容支持力、引拔力、水平方向地盤反力係数を計算する。

④ 下部工寸法の入力により、底版下面作用力を計算する。底版寸法は杭配置により自動決定する。

*川田テクノシステム開発部次長 **川田テクノシステム開発部開発二課

地盤定数一覧表

CASE	杭 種	設計K値 (kgf/cm ²)		許容支持力 (tf/本)		許容引抜き力 (tf/本)	
		常 時	地震時	常 時	地震時	常 時	地震時
1	場所打ち杭	9.46	18.92	476.9	721.9	244.8	454.2
2	打込み鋼管杭	9.27	18.55	351.0	526.4	139.9	279.8
3	打込みPHC杭	8.00	16.00	377.8	566.8	116.8	233.5
4	打込みPC杭	14.70	29.40	287.0	430.4	93.4	186.8
5	中堀り鋼管杭	10.39	20.79	193.5	290.2	67.3	134.5
6	中堀りPHC杭	11.65	23.30	279.4	419.1	67.5	135.1
7	中堀りPC杭	15.92	31.85	114.7	172.0	33.8	67.5

◆ データを修正しますか？『1:はい, 2:いいえ』----- []

図-1 地盤定数計算結果例 (画面)

橋台 打込み鋼管杭φ600.

杭間隔 (橋軸 2.5D)

橋軸 前趾長	2 列	3 列	4 列	5 列	6 列	7 列	8 列
1.000m	180.0m ² 420.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	195.3m ² 600.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	204.6m ² 800.0m ² 支引変断 ××△×× 2 4 2 2	225.3m ² 1000.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	258.0m ² 1200.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	266.7m ² 1400.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	295.3m ² 1600.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2
1.500m	180.0m ² 420.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	195.3m ² 600.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	217.8m ² 800.0m ² 支引変断 ×△××× 2 4 2 2	242.1m ² 1000.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	266.4m ² 1200.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2		
2.000m	180.0m ² 420.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	195.3m ² 600.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2	226.0m ² 800.0m ² 支引変断 △×××× 2 4 2 2	277.5m ² 1000.0m ² 支引変断 ××××× 2 4 2 2			

(荷重ケース)

1:常時(橋軸) 2:地震時(橋軸) 3:常時+浮力(橋軸) 4:地震時+浮力(橋軸)

図-2 安定計算結果例 (画面)

基礎杭比較一覧表

橋脚部 (P-1)

・計算結果の○内は、荷重ケースを示す。
・杭の支持力は浮力無視、引抜き力は浮力考慮の値を示す。

		打込み鋼管杭 φ800	打込みPHC杭 φ800	場所打ち杭 φ1000
杭 西 置 図 (橋軸方向)				
安 定 計 算	杭 長 (m)	L = 31.000	L = 31.000	L = 31.000
	橋軸方向 Pmax(tf/本)	R = 200.5 < Ra = 210.0 (地震)	R = 169.9 < Ra = 225.0 (地震)	R = 313.4 < Ra = 330.0 (地震)
	橋軸方向 Pmin(tf/本)	R = 178.6 < Ra = 210.0 (地震)	R = 174.0 < Ra = 225.0 (地震)	R = 289.6 < Ra = 330.0 (地震)
	変位 (mm)	δx = 10.7 < δa = 15.0 (地震)	δx = 4.6 < δa = 15.0 (地震)	δx = 3.3 < δa = 15.0 (地震)
	直交方向 Pmax(tf/本)	R = 1944.7 < Ra = 2100.0 (地震)	R = 186.8 < Ra = 225.0 (地震)	R = 60.8 < Ra = 120.0 (地震)
	直交方向 Pmin(tf/本)	R = 563.5 < Ra = 1400.0 (地震)	R = 28.5 < Ra = 30.0 (地震)	R = 1167.4 < Ra = 2700.0 (地震)
概 略 工 事 費	変位 (mm)	δx = 9.2 < δa = 15.0 (地震)	δx = 4.5 < δa = 15.0 (地震)	δx = 2.4 < δa = 15.0 (地震)
	杭体応力度 (kgf/cm ²)	板厚 t = 9 mm 鋼代 to = 2 mm σs' = 1944.7 < σsa' = 2100.0 (地震) σs = 563.5 < σsa = 1400.0 (地震)	A 種 σs' = 186.8 < σsa' = 400.0 (地震) σs = 28.5 < σsa = 30.0 (地震)	As = D32 × 16 = 127.1 cm ² σs' = 60.8 < σsa' = 120.0 (地震) σs = 1167.4 < σsa = 2700.0 (地震)
	数 量	483.0	559.8	439.8
	単価(千円)	125.0	125.0	125.0
	工費(千円)	60375.0	69975.0	54975.0
	基礎工 (m)	744.000	868.000	403.000
合 計 (千円)		100551.0	110857.8	77704.2

図-3 基礎杭比較一覧表例 (プリント)

- 検討する杭の種類は7種類までとする。
- 杭配置は、許容値(支持, 引抜き, 変位, 断面)をすべて満足するまで自動計算する。
- 各種の補正計算(間引き, 杭間隔変更, 千鳥配置, 杭長の変更)の実行が可能である。
- 決定した杭配置に対して工費計算を行う。
- プリント出力は、全項目の出力, 分割出力(一覧表, 安定計算, 地盤定数)を選択できる。

4. 計算例

図-1 ~ 3 に計算例を示す。

5. あとがき

以上, 本システムの概要について述べた。本システム

の使用により, これまで多くの時間を費やしていた杭配置を短時間で決定することができるようになった。

しかし, 本システムは比較設計の数多くある検討項目の一部であり, 今後は他の検討項目をシステム化し, 設計業務の効率化に役立てたい。

参考文献

- 1) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説IV下部構造編, 1990.
- 2) 建設省土木研究所: くい基礎自動設計の合理化に関する研究, 土木研究所報告, 第162号, 1984.