

Ⅲ－B 65

深礎基礎設計計算プログラムの開発状況

日本道路公団 正会員 緒方 辰男
 日本技術開発(株) 正会員 金 馨漢
 (株)白石 正会員 茂木 浩二

1. はじめに

平成7年兵庫県南部地震における橋梁の甚大な被害に鑑み、道路橋の設計については、非線形性を考慮した解析を行い、橋の供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動に対して、限定された損傷にとどめることを目標として設計することとされている。^{1), 2)}

設計計算の実務においては、コンピュータのコスト・パフォーマンスの飛躍的な向上により、手軽に複雑な非線形計算を行うことが可能となった。しかし、従来のような弾性計算においては、設計計算結果について、手計算等により、比較的容易にチェックすることが可能であったが、複雑な非線形計算を行い設計する方法においては、設計基準等に明示される規定に対して、同じ考え方により設計計算を行っても、異なる設計プログラムを用いた場合、その結果が大きくばらつくことが予想された。

通常の杭基礎については、市販されている数社のソフトウェアについて、様々な条件設定が計算結果に及ぼす影響について検討が加えられている。³⁾

斜面上の深礎基礎の設計計算プログラムについて、設計計算結果のばらつきの収れんとその程度の把握を目的として検討を行ったので報告する。

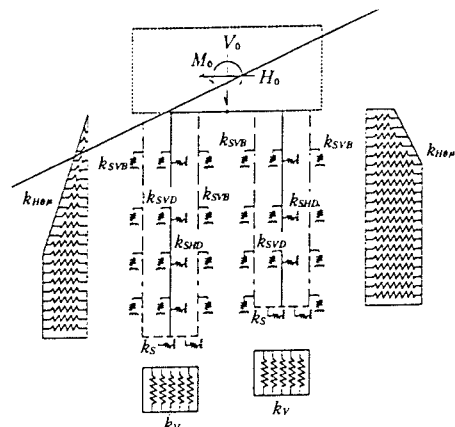
2. 斜面上の深礎基礎の設計⁴⁾

斜面上に設けられる深礎基礎は前面地盤が有限でかつ傾斜しているため、地盤水平支持機構も斜面特有のものを考慮する必要がある。このため、種々の実験や解析的な研究成果を基本として、他の基礎形式に先駆けて地盤の非線形特性を考慮した深礎基礎の設計手法が、JH設計要領第二集⁵⁾に示されている。そして、道路橋示方書^{2), 3)}の改訂により、深礎基礎の耐震設計についても、地震時保有水平耐力法を導入することとして、設計要領の改正が行われている。

深礎基礎の設計法は、表－1 および図－1 に示すように、杭体、地盤バネの非線形性をトリニア、バイリニアモデルで表し、荷重漸増解析を行い、荷重と変位の関係を求め、変位の急増点を降伏と定義している。

表－1 深礎基礎設計計算モデルの概要

杭体の剛性		・ひびわれ、鉄筋降伏による曲げ剛性の低下を考慮したトリニア型
杭底面	鉛直方向地盤抵抗	・バイリニア型モデル
	水平方向せん断地盤抵抗	・バイリニア型モデル
杭前面	水平方向地盤抵抗	・バイリニア型モデル ・3次元の拡がりを考慮した受働抵抗を上限とする
	鉛直方向せん断地盤抵抗	・土留め構造に応じて考慮 ・バイリニア型モデル
杭側面	鉛直方向せん断地盤抵抗	・土留め構造に応じて考慮 ・バイリニア型モデル
	水平方向せん断地盤抵抗	・土留め構造に応じて考慮 ・バイリニア型モデル



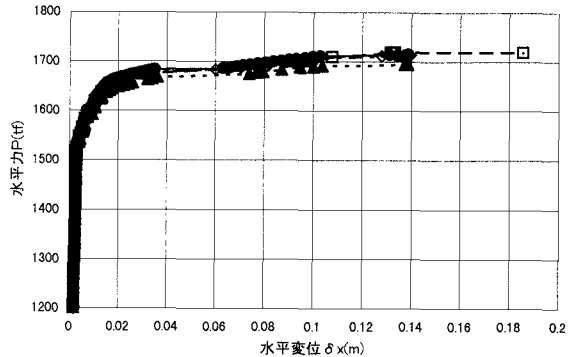
図－1 深礎基礎の設計モデル概要図

key words : 深礎基礎, 非線形計算, 設計計算プログラム, ベンチマークテスト

連絡先: 日本道路公団技術部構造技術課(〒100-8979 東京都千代田区霞が関3-3-2, tel. 03-3506-0272, fax. 03-3506-8870)

表－1 試算条件の概要

構造諸元等	杭径：3.0 m，杭長：12.5 m 地盤3層，地盤の斜面 15° フーチングを有する2×2列の深礎基礎
使用材料	コンクリート： $\sigma_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$ 鉄筋：SD345 主鉄筋：D32×56本，かぶり12.5cm 帯鉄筋：D25 c/c=150mm， $d=275\text{cm}$
荷重条件	$V_o = 1088.0\text{ tf}$ $M_o = 10.513 \times H_o\text{ tf}\cdot\text{m}$



図－2 計算結果の比較

3. 設計プログラムの検討内容

深礎基礎の地震時保有水平耐力法による耐震計算の導入を図っている，4つのソフトウェアについて，解析モデルに関する検討を行った。すなわち，部材のモデル化および地盤抵抗のモデル化について検討を行い，可能な限り統一された手法を用いることとした。なお，非線形計算手法については，各ソフトウェア特有の方法によるものとして，統一化は図っていない。

部材のモデル化については，曲げモーメント（M）と曲率（ ϕ ）の関係の算出方法について検討を行っている。具体には，鉄筋のモデル化方法および90度範囲の鉄筋降伏の取り扱い等について検討を行った。

地盤のモデル化については，周面摩擦を考慮する際の杭の特性値 β の計算方法，隣接杭の影響による補正係数 μ ，杭底面の地盤バネ値の算出方法，杭周面のバネのモデル化について検討を加えた。

4. 計算結果の比較

深礎基礎の設計計算プログラムについて，4つのソフトウェアについて，入力および解析条件の検討を行い改良を加えた結果，ソフト間の計算結果を設計上問題とならない程度の差異に収れんすることができた。表－2に示す試算条件により，各ソフトウェアにより試算を行った，水平荷重と水平変位の関係は図－2のとおりである。基礎の設計において重要な降伏点について，各ソフトウェア間のばらつきは，降伏荷重について最大0.4%，降伏変位について最大0.9%であった。

5. おわりに

高度で複雑な設計計算に対して，その入力条件である地盤定数の設定方法は，従来から用いられてきた標準貫入試験から求まるN値により設定される場合が多い，計算手法の高度化に見合った地盤定数の設定方法（土質調査試験方法）の採用が必要である。

また，性能照査型設計法への移行を考慮した場合が叫ばれる昨今においては，本来，目標性能を明示し，設計部材がその性能を満足することを照査すればよいはずである。すなわち，今回実施した検討は，仕様規定の最たるものであり，現状での次善策にすぎない。設計計算ツールのばらつきを考慮した新たな設計体系の構築とそれへ向けた技術開発の促進を期待して止まない。

最後に，本検討は（財）高速道路調査会に設けられた「深礎ぐいプログラム研究会」における検討を報告したものである。関係各位の御尽力に篤く御礼申し上げます。

参考文献

- (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編，1996.12
- (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編，1996.12
- 金聲漢，万名克実，森崎啓：杭基礎の地震時保有水平耐力法に用いる設計計算プログラムの現状と問題点，土木学会第1回地震時保有水平耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.219～222，1998年1月
- 緒方辰男：斜面上の深礎基礎の設計，基礎工，vol.25，No.9，pp.29～34，1997.9
- 日本道路公団：設計要領第二集，1990.7