

遠心力大径プレストレストコンクリート杭設計施工指針 に関する調査研究

コンクリート委員会 遠心力大径プレストレストコンクリート杭設計施工指針小委員会

1. 遠心力大径プレストレストコンクリート杭 設計施工指針に関する調査研究の主旨および経過

最近土木構造物に使用する材料や構築法などの著しい発達とあいまって、今日の社会的・経済的要請からその規模はますます大型化する傾向にあり、その結果として必然的に基礎構造に大きな耐荷力を求めるようになってきている。そのためには、一昔前の基礎工法では考えられなかったような深層の良質な支持地盤に基礎構造物を到達させなければ、構造物全体を安全に支持させる目的を達成することができなくなってきた。

しかし、公害問題は経済の高度成長に伴って人為的災害として大きな社会問題の一つとなり、とくに都市においては都市活動の活発化とはうらはらに社会施設の立ち遅れによる混乱が増大してきたので、これを改善するための各種の建設工事が盛んに行なわれているが、最近のように建設工事が大型化し施工において機械化が進んでくると、人の密集する地域では建設工事による公害の影響もしだいに大きくなり、その防止をおろそかにすることはできなくなってきた。

杭の施工は一般に打撃貫入工法によることが多いが、打込み工法は施工を迅速かつ安価に、しかも支持力を一本ごとに確認しながら行なうことのできるすぐれた利点をもつ反面、かなりの騒音振動を発生して近くの住民に人的物的被害を及ぼす欠点がある。このような情勢下であって十数年前にわが国でも採用されはじめた場所打ちコンクリート杭がここ数年來、いわゆる無騒音無振動の基礎工法として飛躍的に用いられるようになってきたのも当然といえよう。

場所打ちコンクリート杭の場合、建設公害防止を目標とした無騒音無振動工法としてはその目的に近く有利であるが、既製杭のように完備された工場で作られたものと異なり、現場で掘削した孔にコンクリートを打設して「杭幹」をつくるものであるから、その品質に対する信頼度、先端に残るスライムによる初期沈下など問題となる点がある。鋼管杭ではその剛性、抵抗曲げモーメントの大きい面では有利であるが、腐食などには難点があ

り、とくに打込み時の騒音振動など都市内建設工事に適さぬ施工上不利な面をもっている。

大径 PC 杭は工場で作られるので、場所打ちコンクリート杭に比較してコンクリート強度が高く、また、品質のばらつきの小さいこと、運搬、打込み中に引張力が作用してひびわれを発生しないこと、曲げ抵抗力が大きいこと、などの特長を有している。

現在大径 PC 杭において採用されている無騒音工法といわれる各種の工法のなかで、先端開放形杭を用い、その中空部分の土砂をなんらかの方法で掘削しながら、杭を地中に圧入、打込み、振動などによって押込む工法は、いわば場所打ちコンクリート杭のオールケーシング工法に相当するもので、周辺地盤を乱すことなく施工できる点があり、既製杭を用いる大径杭工法としては、いまのところ最も適応しているように思われる。もちろん土質が良質で杭径があまり大きくないときは、プレボーリングしてから押込む工法を採用してもよい。しかし、これらの工法の大部分は騒音振動を小さくすることに主眼がおかれて開発されたものなので、共通的な欠陥として支持層の状態によって打込み杭より耐荷力が劣る、あるいは初期沈下が懸念される、など場所打ちコンクリート杭と大同小異の泣きどころを有している。

基礎構造の設計は、その力学的性質に局地的な要素を多分に含んでいる土を対象とするために、材料の性質が比較的明確な上部構造の設計と比べて、むずかしい点が多い。したがって、理論的な考察とともに経験的なデータが設計上重要な役割を果たしている。

土木学会においては、昭和 45 年、コンクリートポールパイル協会からの委託を受け、遠心力大径プレストレストコンクリート杭設計施工指針小委員会（委員長・最上武雄、副委員長・国分正胤）を設け慎重な検討・審議を重ねた結果、今回の指針が得られたのである。コンクリートポールパイル協会からの委託は遠心力プレキャストコンクリート杭で、PC および RC をも含めてのものであったが、中小径杭については各界に指針あるいは規準があることから、大径杭に限定して審議が進められた。本指針の構成は、設計編・施工編・製造編の 3 編であるが、原案作製にあたっては、設計編について支持力分科会（主査・池田俊雄）と設計分科会（主査・玉野治

光)、施工編について施工分科会(主査・鈴木俊男)、製造編については製造分科会(主査・松本嘉司)の4つの分科会を設け活発な研究活動を行なった。とくに施工分科会においては、昭和45年度建設省技術研究補助金による大規模な研究(コンクリートポールパイル協会が実施)と共同して、大径PC杭の施工方法と支持力との関係について実験的研究を実施した。

2. 指針の概要

(1) 設計編

設計編は6章からなり、初めの3章が計画、支持力に関するもので、残りの3章は設計に関するものである。

1章の総則には、大径PC杭とは先端開放で製作された遠心力PC杭のうち径が700~1800mmであることを定義した。しかし、径400~600mmの杭でも先端部開放杭として製作施工されるものに対しては、必要に応じて、この指針を適用できることとした。

2章は計画一般、3章は設計一般で、ここでは一般に用いられている杭の指針と同様のことが示してある。

4章は杭の許容支持力に関するもので、大径PC杭が無騒音工法として使用されるようになったが、一般に行なわれている掘削工法によるときは、中空部の土砂が排除されることが多いので、杭先端の閉そく効果をどのように評価するかが設計上の大きな問題となる。本指針では、建設省技術研究補助金による「大径PC杭の施工法と支持力に関する研究」の結果と全国から集められた載荷試験のデータとから施工条件を考慮し、施工法を3つに大別して考えることとした。

施工法の区分とは

施工法 A

- 1) 杭先端が支持層に達したら必ず打撃工法を用いること。
- 2) 打込み機械は杭径に応じた適切な重量のものを用いること。
- 3) 打込み回数は500回以上とすること。

施工法 B

- 1) 支持層付近では先掘りしないこと。
- 2) 掘削時にボイリングを生じさせないこと。
- 3) スライム処理を完全に行なうこと。
- 4) 先端開口部にコンクリートなどを充填して先端が閉そくしたと認められるようにすること。

施工法 C

施工法 B の 1)~3) を満足するもの。

上記の区分による支持力特性は

施工法 A による場合：一般の打込み杭と同等の特性

を有する。

施工法 B による場合：地盤条件等が適当であれば場所打ちコンクリート杭と同様の特性を有する。すなわち、施工法 A に比して沈下量が大きくなる傾向が強いので、一般には許容沈下量に対応する許容鉛直支持力は施工法 A より小さくなる。

施工法 C による場合：先端地盤が岩盤の場合を除いて極限鉛直支持力、沈下量とも前二者によるものに比して、かなり劣った特性を有する。

以上のような見解が示された。

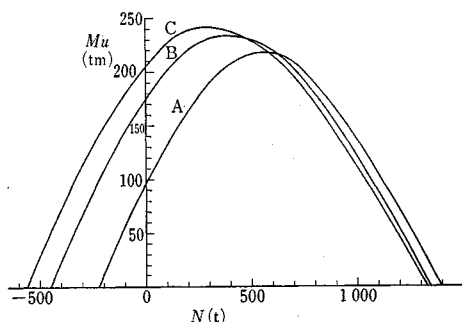
5章は杭基礎の反力で、用いている式は一般に道路、国鉄などで用いられているものである。

6章は杭本体の設計に関するもので、荷重、安全度、構造細目等が規定されている。

安全度の検討においては、常時荷重に対して許容応力度による弾性設計法を適用し、地震荷重に対しては破壊の終局限界状態に対する安全度を検討することが規定されている。

杭の断面算定にあたっては、常時作用する荷重よりむしろ地震時荷重によって決定される場合が多い。この場合は破壊に近い状態での安全度を検討する必要があり、これに対して許容応力度法では、杭耐力としての保証値を明確にすることが困難であり、適用することができない。したがって、地震時荷重が作用するもとの場合は、破壊の終局限界状態に対する安全度の検討を行なうのが合理的であるので、この方法を採用することとした。一般にプレストレストコンクリート部材では常時荷重に対しては応力度を算定し、さらに常時荷重および地震時荷重について破壊に対する安全度を検討しているが、杭の場合には、通常、地震時荷重に対して破壊の終局限界状態設計法のみによって断面が算定されることになる。なお、この指針における設計は、製造工程が一貫して管理されている工場で製造される遠心力PC杭に対して適用するもので、現場ヤード付近で製造されるPC杭などの場合では、設計に用いる諸数値に対しては、別途責任技術者の判断によって決定されなければならないものである。許容応力度法による弾性設計法は、現行PC指針に準拠し数値なども合わせるようにした。破壊の終局限界状態に対する安全度の検討としては、材料ならびに荷重に対する安全係数を考慮して求めた。地震時における最も不利な荷重の組合せによった計算用荷重による断面力と、計算用材料強度を用いて計算した抵抗断面力とを比較して、断面の安全を確かめればよいこととなる。

なお、参考資料として破壊時の軸力-曲げモーメント関係図(Interaction Curve)の計算方法と、これによって計算を行なったJIS A 5335 プレテンション方式遠心力プレストレストコンクリート杭の径300~1200



1000φ杭の軸力(N)―破壊曲げモーメント(M_u)関係図
mm に対する終局限界状態における Interaction Curve を添付して、設計者が容易に利用できるものとした。なお上図は材料についての安全度を考慮した径1000mmの Interaction Curve である。

7章の杭頭結合部の設計については

1) 設計上配慮すべき事項として

- (a) 設計方法, (b) 固定として取扱う場合の配慮,
- (c) カットオフに伴う配慮

2) 構造細目として

- (a) 埋込み方式, (b) 鉄筋結合方式, (c) 鉄筋結合簡易方式, (d) PC鋼材でアンカーする方式, (e) ヒンジ結合方式

のそれぞれについて詳述されている。

(2) 施工編

施工編は4章からなっている。

8章は施工一般についてであるが、とくに工法の選定についてPC大径杭施工の現状では各工法単独で所定深さまで杭を貫入させることがむづかしく、常に二、三の工法を併用しているのが通例であるので、各工法の長所短所を熟知して、その組合せを検討することなどの注意事項を示した。

9章の杭の施工では、1節に重量物である大径PC杭の運搬・保管などについての注意事項を示した。

3節は杭の施工に関するもので、まず施工機械の据付けについての注意事項を述べ、貫入作業については各工法の説明と、その工法に対する注意事項が、また支持力を得るために最も重要な打止めと先端処理については、設計編との関連を考慮し実験結果を図示して詳細に示し

た。4節の溶接施工の継手については、その重要性を考慮し溶接施工管理者とその任務について述べた。また、溶接機、溶接棒、ワイヤーに関する注意事項から気象制限、溶接部の許容差、溶接作業にいたるまでを詳細に示した。

10章では杭頭の仕上げで設計編とのとりあいを考慮した注意事項を、11章には打込み試験、載荷試験の方法とその重要性についての注意事項を示した。

(3) 製造編

製造編は6章からなっている。本指針における杭の設計は、製造工程が一貫して管理されている工場で作成される遠心力プレストレストコンクリート杭に対して、適用されるものである。したがって、本編における杭の性能および製造方法の基本については、JISの規格をもとに定めてある。

2. おわりに

以上、遠心力大径プレストレストコンクリート杭設計施工指針の審議についての経緯および概要について述べたわけであるが、今後、新材料、新技術の開発、新しいデータができれば意欲的に修正、改訂を行なう予定である。本指針の審議にあたり、多忙のなかを委員各位はもとより関係者多数の方々のご協力をお願いしたことに對し、心から感謝の意を表わす次第である。文末ではありますが、指針の内容を次に記します。

なお、本指針の刊行および講習会の開催は本年11月の予定です。

遠心力大径プレストレストコンクリート杭設計施工指針(内容)

第1編 総則

第1章 総則

第2編 設計

第2章 計画一般, 第3章 設計一般, 第4章 くい許容支持力, 第5章 くい基礎の反力, 第6章 くい本体の設計, 第7章 くい頭結合部の設計

第3編 施工

第8章 施工一般, 第9章 施工, 第10章 くい頭の仕上げ, 第11章 試験

第4編 製造

第12章 材令および付属物, 第13章 製造, 第14章 製品, 第15章 くい取扱い, 運搬, 貯蔵および出荷, 第16章 材料の貯蔵, 第17章 管理および試験

(委員長・最上武雄/執筆 吉倉 忍)

土木工事の積算

B5・222・1800円・会員1600円(〒170円)

再版完成しました。

- 積算概論/若木
- 工事実績と積算/山崎
- 材料および労務単価/宮内
- 機械経費と稼働率/川崎
- 仮設計画と仮設費/宮原
- 間接経費の考え方/竹内
- 安全対策費のみかた/清水
- 積算のシステム化/小寺
- アメリカ合衆国における積算/横山