

III-67

構造物基礎の形式選定に関する調査

建 土 研

○小池信一

建 土 研

岡原美知夫

建 土 研 正会員

小幡 宏

1. まえがき

従来、構造物基礎の形式選定では、自然条件や環境条件、経済性等の各要因を総合的に判断し、最適な形式を選択する為、設計者には経験と幅広い知識が要求されてきた。近年、土木構造物は大規模なものが施工され、また、施工場所では海上部あるいは山岳部が増え、公害規制の厳しい都市内でも再開発に伴う施工も増えつつある。これらの各種施工条件に対応する為に多種多様な基礎工法も開発され、設計者にとっては複雑化した設計・施工条件での対応も可能なものとした。しかし、数多くの要因を勘案し、最適な基礎形式を選択するために設計者はより高度な技量を要求されるようになり、合理的な基礎形式選定基準の確立が待たれている。

本調査は土木構造物のうち、道路橋及び堰・水門の基礎を対象とし、現在多用されている直接基礎、ケーソン基礎、杭基礎、鋼管矢板基礎の設計・施工の実態について調査したものである。対象とした構造物の内、道路橋の基礎は3556基、堰・水門の基礎が117基、その他不明は24基であり、道路橋の基礎が全体の96%を占めた。

2. 調査概要

調査は、建設省関係機関及び都道府県、政令指定都市に代表される74機関において昭和59年度に工事発注された構造物を対象として実施された。なお、本調査は過去昭和41年度と昭和51年度の過去 2回実施されており、今回の 3回目の調査では3697基の構造物について回答を得ることができた。

表 1 基礎形式別構造物種類別基数

		基礎形式	既 設 橋																		ケーソン基礎										鋼管矢板基礎																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			既 設 橋																		ケーソン基礎										鋼管矢板基礎																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																					ケーソン基礎																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			行込み既																		埋込み入										その他																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
鋼管	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼	H	R	C	P	H	C	S	C	金	不	明	小	小	鋼

3. 設計・施工の実態

表 1 に構造物と基礎の施工実績の対照表を示す。

今回の調査結果によると、採用される基礎形式は杭基礎が最も多く、続いて直接基礎の件数が多くなっている。その中で杭基礎については詳細な分類に基づいて採用実績を見てみると、場所打ち杭、打込み杭の採用件数が多く、場所打ち杭ではオールケーシング工法、打込み杭では鋼管杭の採用頻度が高くなっているのがわかる。次に、構造物の種類と基礎形式および工法の関係をみた場合、道路橋橋脚の場合には、直接基礎の採用件数が多い、続いてほぼ同件数で場所打ち杭が採用されている。ところが橋台では直接基礎の採用が多い点では橋脚の場合と同じであるが、次に打込み杭となっている点で、橋脚の場合と異なる傾向がうかがえる。また、堰、水門等の河川構造物では荷重規模が小さい為、埋め込み杭が多く採用されているケースが多いようである。

基礎形式あるいは工法での特徴では、場所打ち杭の場合は道路橋橋脚で利用される傾向にあり、埋め込み杭にあっては道路橋橋台や堰に利用される傾向にある。ケーソン基礎と鋼管矢板基礎は橋脚の基礎とされたケースが多かった。

これらの基礎が施工された環境は陸上部が半数を占め、水上部が2割である。また、施工箇所周辺の開発状況では、都市計画法による住居地域（第一種、第二種住専及び住居地域）及び商業地域（近隣商業及び商業地域）内で施工されたケースが2割を占め、特に木造家屋及び二階以下の建造物等の建築物に近接して施工されたケースが3割を占めた。

基礎の設置された支持地盤は岩盤と砂質土が9割を占め、粘性土を支持層にしている例は少ない。また、N値は50以上の箇所がほとんどであるが、30以下の場合も4%ほどあり、それらは直接基礎、打込み鋼管杭、場所打ち杭のオールケーシング工法により施工されているケースが多い。なお、支持層の深い場合の杭の設計法としての摩擦杭および半支持杭は146基であった。また、基礎の施工された深度について見てみると、直接基礎は15m以下、打込み杭の鋼管杭は10～50m以上、RC杭は7～20m、PC杭は10～25m、埋込み杭では先端打止め工法が10～35m、先端部セメントミルク処理工法が10～30m、先端部コンクリート打設工法が10～25m、プレボーリング工法が16～40mである。場所打ち杭ではオールケーシング工法は10～40m、アースドリル工法が15～25m、リバース工法は10～50m以上、深礎杭は7～30m、ケーソン基礎ではオープンケーソン、ニューマチックケーソンともに10～25m、鋼管矢板基礎は15～40mまで、とそれぞれの基礎形式、工法ごとに特徴が見受けられた。

4. 基礎形式の推移

表－2 基礎形式別使用実績件数の推移（）は%

	昭和41年度	昭和51年度	昭和60年度
直接基礎	125 (27.8)	1,263 (44.5)	1,526 (41.3)
杭基礎	207 (46.1)	1,383 (48.7)	1,996 (54.0)
ケーソン基礎	117 (26.1)	170 (6.0)	145 (3.9)
その他	0 (0)	21 (0.7)	30 (0.8)
計	449	2,837	3,697

基礎形式の選定調査は昭和41年度より10年おきに実施され、今回調査結果と比較することで19年間の基礎形式の推移がうかがえる。表－2によればケーソン基礎は激減し、杭基礎が増加している。これは現在、杭基礎であってもケーソン基礎と変わらない大きな支持力を有する大口径杭の施工が可能となったためと、ケーソン基礎に変わる基礎形式が開発され採用されていることによるものと思われる。

続いて施工実績の半数を占める杭基礎の工法別の推移を表－3に示す。これによると打ち込み杭は半減し、そのかわりに埋め込み杭が2倍の伸びを示している。

これは環境問題が重要視される昨今の状況を反映しているものと思われる。また、深礎杭も同様に実績を伸しており、山岳地等での施工も増加しているのであろう。19年間の推移と現在の状況から今後、環境問題はより重要視され、低公害工法の採用及び開発が進むものと思われる。

表－3 杭の工法別使用実績件数（）は%

		51年度	60年度
埋込み杭	打ち込み杭	559 (40.4)	554 (27.8)
	中掘り杭	61 (4.4)	201 (10.1)
	プレボーリング	24 (1.7)	37 (1.9)
	その他	1 (0.1)	16 (0.8)
場所打ち杭		620 (44.8)	877 (43.9)
深礎杭		96 (6.9)	272 (13.6)
その他		22 (1.6)	39 (2.0)
計		1,383	1,996

5. あとがき

現在、当所において本調査結果を利用し、より合理的な基礎形式の選定手法の検討を行っている。また、今回調査対象とならなかった基礎形式にあっても、施工実績を申しつつあることから、今後信頼性が向上し、採用され易い状況となれば、より複雑化する施工状況でも設計者にとっては対応が容易なものになると思われる。

最後に本調査にご協力を頂いた関係機関各位に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 第31回建設省技術研究発表会論文集「構造物基礎の形式選定」 昭和51年
- 2) 第41回建設省技術研究発表会論文集「構造物基礎の形式選定」 昭和61年