

3.2 基礎工

齋 藤 二 郎*

1. ま え が き

日本における基礎工事の発展は、昭和 29 年に国鉄がベント ボーリング マシン No. 6 型を輸入してから急激な動きを示した。

ベント掘削機に続いて、従来のスチーム ハンマに代るディーゼル ハンマ 12, 22 型の輸入と、ベント最新型 EDF-55 型が輸入せられて、基礎設計もフリクションパイルの時代から強固な地盤に支持させるエンドベアリングパイルの時代へ変遷して、国内においてもディーゼルハンマの製作が神戸製鋼所、石川島播磨重工、新三菱（現三菱重工）によって 12, 22, 40 型が相ついで製作されるようになった。

土木の建設工事も、この間に名神高速道路、東海道新幹線工事のような大型建設工事が開始され、基礎工事機械の需要は急激に増加し、打込みハンマの生産に打込みやぐらの生産が追いつかぬ現象まで生じ、非常な活況を示すようになった。

一方ベント掘削機の輸入に続いてカルウェルド社（アメリカ）のアースドリル 150-A 型が輸入され、国内でも加藤製作所から同型機のクローラマウントのアースドリル 15H 機が製作されるに至った。

昭和 37 年西ドイツザルツギッター社のリバースサーキュレーションドリル PS 150 型が輸入されて、ノーケーシングによる大口径長大掘削が可能となった。

ノーケーシング、ケーシング両工法に使える加藤アースドリル、日立アースドリル、ケーシング工法による国産三菱ベント掘削機 BT-1 型、2 型の製作によって、大口径場所打杭工法は建設工事において重要な位置を占めるに至った。

名神高速道路建設工事においては、ディーゼルハンマによる 20° の斜杭が、高架橋その他の構造物の基礎で

施工されたが、昭和 39 年に西ドイツメンク・ハンプロツ社より斜杭打機 MR-40 型とスチームハンマ MRB-500 が輸入されて、45° 斜杭基礎が施工されるようになった。

DELMAG 社でもディーゼルパイルハンマの斜杭 45° 打込みを研究して、スーパーディーゼルパイルハンマを完成するとともに、45° 斜杭打やぐら機 GR-18, 181 型を製作した。昭和 41 年 6 月に本邦に輸入されたが、国内ディーゼルハンマメーカーもこの機運に刺激されて、昭和 41 年 2 月三菱重工が斜杭用 MB-40 型ハンマを作ったのを始めとして、昭和 42 年には各社で機種系列に相応する斜杭打ディーゼルハンマが製作されるようになった。

一方、大口径掘削機も、直径 1 m から次第に口径を広げ、加藤 50 TH のケーシング工法 2 m φ、三菱大口径ボーリングマシン MT-1 型を始め、昭和 41 年石川島播磨重工が技術提携を行なった西ドイツ WRTH 社のエアリフトドリル L-4 型の直径 2.5 m 以上の大口径掘削機が作られるようになった。

ここ 3~4 年間における基礎工事事業機械の進歩発展から、土木建築建設工事は当然基礎設計施工にこれらの基礎機械をますます広く使うことになるので、これらの機械の特長、性能を把握し、計画・設計、施工の参考となるように以下解説を試みたい。

2. 最近のディーゼルパイルハンマ

石川島播磨重工、神戸製鋼所、三菱重工業の三社がわが国のディーゼルパイルハンマメーカーとして西ドイツ DELMAG 社のシリーズ D-12, 22, 44 型に相応するものを作ってきたが、これらの機種は製作されるようになってからすでに 6~7 年以上にもなっている。

この項では、この 1~2 年の間に製作されるようになった斜杭用ディーゼルパイルハンマについて述べることにする。

45° の斜杭を打込む場合には、やぐらのリーダも杭打ハンマも当然 45° に傾斜させて使用するので、やぐら自体はリーダが杭重量とハンマ重量を垂直分力の荷重としてリーダに垂直力が加えられることと、打込みに応じて加力点が位置をスライドすることになるので、やぐらの構造は十分な強度が要求されるとともに、重心位置の変動にも転倒しないような配慮が必要となる。

一方ディーゼルハンマも垂直打込みのときと異なり、爆発力によってラムは地球重力に対して 45° の角度で影響を受けるので、従来の垂直打込み用ではシリンダのストロークが短かく、ラムが抜けでる危険がある。

したがって、斜杭打ディーゼルハンマは、シリンダの

* 正会員 大林組技術研究所 工法機械研究室長主任研究員

写真-1 IHD 22 B 型
斜杭打ディーゼル ハンマ

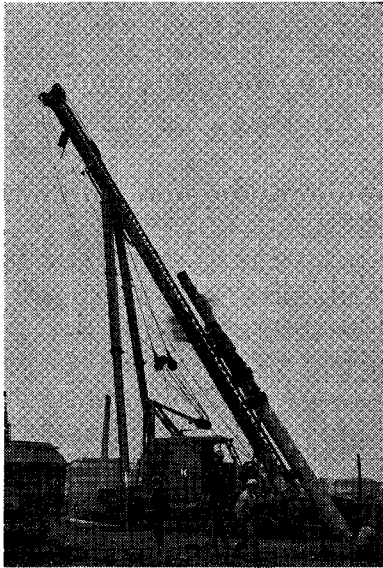
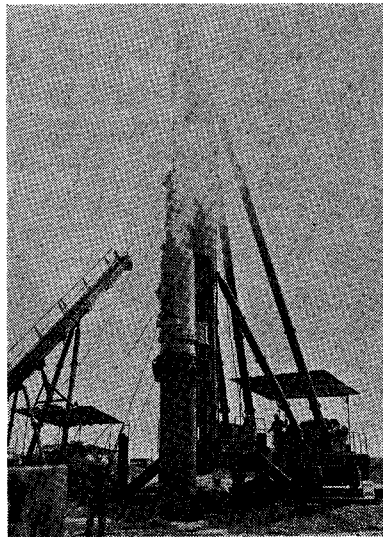


写真-2 三菱斜杭打
ディーゼル マンモス
ハンマ MB-70 型



と等重量のラムを使っているが、斜杭打ハンマ全重量としては、ストロークが長くなるだけ重くなるのはやむを得ない。

つぎに、各社の製作している斜杭打ディーゼルハンマの様概略を示す。

この斜杭打ディーゼルハンマの国産が進むにつれて、基礎方面としてはもちろんのこと、岸壁のように陸側の片側土圧の大きい構造物の控杭への利用や、橋梁アバット等にも斜杭としてかなり経済設計が可能になる。

一般に日本の地盤は表層が軟弱でかつ支持層が深いので、最近の基礎は直圧で設計が決定さ

れるよりも水平力で決定されることが多い。斜杭は水平力に対して理想的な設計ができて経済的となる。

れるよりも水平力で決定されることが多い。斜杭は水平力に対して理想的な設計ができて経済的となる。

ストロークが長くなるので、ハンマとしての全長は垂直用にくらべて 1 m 前後長く製作されている。
またシリンダは、ラムの上下爆発動に対して、下面は常にラム重量が側圧としてかかってくるので、偏磨耗を生じやすい。名神高速道路の施工時に 20° 斜杭が多く使用されたが、この場合もシリンダの偏磨耗は大きく、垂直打ちの場合にくらべて耐用時間が極端に縮小されることが判明した。斜杭打ディーゼルハンマは、このために偏磨耗を少なくするため（側圧力を緩和するため）に各社ともいろいろと工夫をこらしている（実用的には 35° ぐらいで使用している）。

特に軟弱地盤河底に作られる橋梁基礎等には、大いに使用されるようになると思われる。

3. 最近の大口徑掘削基礎機械

昭和 40 年以來の大口徑掘削基礎機械は、各機種とも大形化が進められてきている。

各社の斜杭打用ハンマは、垂直打用と一打撃の仕事量を同型機と同等になるように設計してあるが、打撃ストロークは、斜杭打の場合は長くなるので、打撃回数は垂直打ちにくらべて少なくなる。

特に都市内土木工事が騒音振動をとまなう既製杭打込基礎工法が公害問題として世論が硬化し、当然近々のうちに公害規制の対称となる運命にあるので、騒音・振動を発生しない掘削場所打モーメント杭で基礎設計を行なわざるを得ないようになってきている。

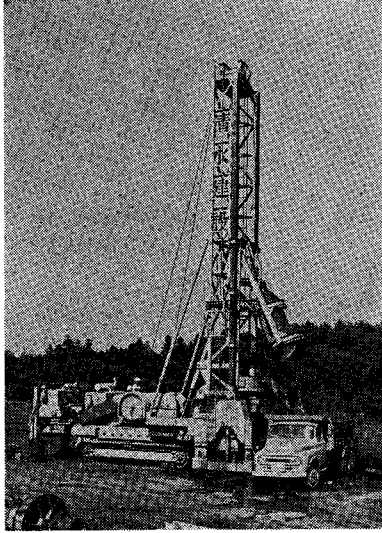
三菱の MB-70 を除いて、各社ともラム重量は垂直用

首都高速道路 羽横線の川崎地方の工事でも、軟弱地盤の深さ 50 m あまりの地層に基礎を作るには、公害対策

表-1 国産斜杭打ディーゼル パイル ハンマ

製作会社	形式	冷却方式	寸法			全重量 (kg)	ラム重量 (kg)	打撃回数 (回/min)	一仕打事撃量 (kg-m)	最爆発力 (t)	備考
			全長 (mm)	全幅 (mm)	奥行 (mm)						
石川島	I DH-12B	空	5 037	470	696	2 660	1 250	42~60	3 120	42.5	
	I DH-22B	空	5 151	620	844	4 900	2 200	42~60	5 500	72	
	I DH-40B	空	5 452	810	1 072	9 900	4 200	42~60	10 500	127	
神鋼	KB 13	水	4 500	615	855	2 990	1 300	45~60	3 380	45	
	KB 22	水	4 720	767	875	4 920	2 200	45~60	6 150	72	
	KB 32	水	4 800	880	1 002	7 190	3 200	45~60	7 800	100	
	KB 42	水	5 070	995	1 147	10 220	4 200	45~60	11 000	127	
三菱	MB22B	水	4 857.6	685	825	4 960	2 200	39~57	5 900	72	
	MB 40	水	5 648.6	980	1 189	10 100	4 000	38~45	11 600	127	
	MB 70	水	5 751.6	1 100	1 430	18 500	7 200	38~55	21 500		

写真-3 三菱 MT-1 型
大口徑掘削機



からも大口徑場所打コンクリート杭の採用に踏み切らざるを得なくなり、オールケーシング掘削の設計から、機械容量の大きい加藤 50 TH, 三菱 MT-1, フランス EDF スーパーベノト等の掘進能力 40m 以上のケーシング打抜容量の大きいものを使用せねばならなかった。

このような大口徑掘削基礎機械を多数使用し、かつ製作している国は日本以外には見当たらない状況にある。

特にリバースサーキュレーション工法が日本に導入されてからは、ポンプサクシオンからエアリフト方式へ活発に新機械の開発がなされて、大口徑化が急速に進んできている。

この場所打杭の大口徑化は、6~7年以前の直径 1m 時代から、施工能力的にはオールケーシング用基礎機械で 1.5m 以上となり、逆循環方式基礎機械では 2m 以上を目標とするものが製作されるようになり、なかには地盤状況にもよるが、掘削口径 6m にもおよぶものまで作られるようになってきた。

また従来の基礎機械は、能力的に掘削できない地盤は、すなわち支持地盤層として掘削能力はあまり問題にされず、回転トルクも余力のある機械が少なかったが、

最近では硬地盤層も掘進できるロックビットの使用により、軟岩はもとより最も硬い花こう岩でも掘れる機械ができるようになった。

したがって、工法的にも十分硬い層に貫入させた杭基礎の施工ができるようになり杭耐力の増大はもとより、引抜力に対しても大きい耐力をもつ基礎工法が可能となってきている。

これらの強力な大口徑掘削機について、特に能力の大きいものを表-2 に示す。

以上のなかで石川島播磨重工の L-4 型機は、西ドイツ WIRTH 社との技術提携によるものであり、ロックビット使用によって本州四国連絡橋基礎試験工事では花こう岩掘削の実績をあげて注目されている機械である本機は加藤製作所の RAC 300 型機とともに、今後の硬地盤掘進基礎杭施工機械として期待することができると思われる。

4. 結 語

紙数の関係で十分に最近の基礎機械について記述できない感があり、特に主だったものについてのみ紹介することにした。詳細については 1968 年版日本建設機械要覧を参照されたい。

写真-4 石川島播磨 L-4 型
WIRTH ホーリング
マシン硬岩掘削試験

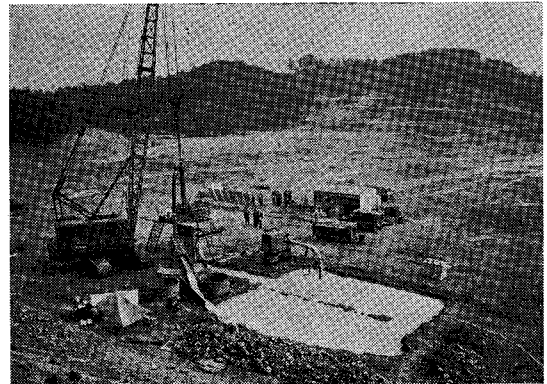


表-2 最近の大容量大口徑掘削機

掘削方式	製造会社	機械名称	搭載方式	機械重量 (kg)	掘削口径 (mm)	最大掘削長さ (m)	原動機 (PS)	備 考
ケーシングハンマグラフ使用	加藤	50 TH	クローラ	50 000	2 000	50	130×2	
	三菱	MT-1	クローラ	40 000	1 500	約 40	140 102	
ノーケーシング泥水圧逆循環方式	加藤	50 TH	クローラ	50 000	5 000	300	130×2	エアリフト用圧縮機別
		RAC 200	スキッド	3 900	3 000	300	93	エアリフト用圧縮機別
		RSC 200	スキッド	8 900	3 000	200	69 93	吸上ポンプ動力を含む
		RAC 300	スキッド	5 200	6 000	300	130	エアリフト用圧縮機別
	石川島	L-4	トレーラまたはスキッド	24 000 5 500	2 500	300	100	エアリフト用圧縮機別