

MQバケットの利用と効果について

石原 慎太郎¹

¹みらい建設工業株式会社 技術本部 技術部.

多くの土木構造物に用いられている鋼管は、上部のコンクリート構造物と一体化する杭頭部処理を行うのが一般的であるが、杭頭部の掘削は杭径が大きければオーガーやハンマーグラブの機械で施工できるものの、杭径が小さい場合は機械施工が難しく人力施工が主流であった。近年、施工における省力化が求められている社会情勢の中、人力施工の工種を効率の良い機械施工に進化させていることは重要な技術開発である。本論文は、杭径が1000mm以下の比較的小口径の杭頭部掘削の施工効率を大きく改善した“MQバケット”の開発経緯および利用と効果について、述べるものである。

キーワード：鋼管、掘削、省力化、バケット

1. はじめに

鋼管は様々な土木構造物に用いられており、港湾構造物では矢板式係船岸の鋼管矢板や棧橋式係船岸の鋼管杭、陸上土木構造物では下部工の基礎などに鋼管杭が用いられている。

この鋼管を用いる構造物の多くは、杭頭部の鋼管上部をコンクリート構造物と一体化する設計が一般的であり、鋼管天端から1m程度は掘削して杭頭処理を行うこととなる。杭頭部の施工は、従来、バックホウ等による機械施工が難しく、人力により所定深さまで掘削して、鉄筋の設置、コンクリート打設の施工を行ってきた。しかし、昨今の人手不足、働き方改革から、人力による施工については省力化・効率化が求められており、杭頭部掘削については、この課題が解決できていない工種であった。本論文では、鋼管の杭頭部掘削の施工について、内部の土砂を効率的に掘削することを可能とした“MQバケット”の開発および利用と効果について述べるものである。

2. MQバケット開発の経緯

(1) 浄水場工事における鋼管杭杭頭部掘削の課題

2015年に受注した写真-1に示す和歌山市加納浄水場凝集沈殿地を2基築造する工事は、図-1の断面図のような構造形式で、φ800の鋼管杭420本を打設し杭頭処理する工事であった。しかし、杭頭部掘削にあたってはa)~c)に示す課題があり、表-1に示す対策の工法を比較検討した。



写真-1 和歌山市加納浄水場凝集沈殿地

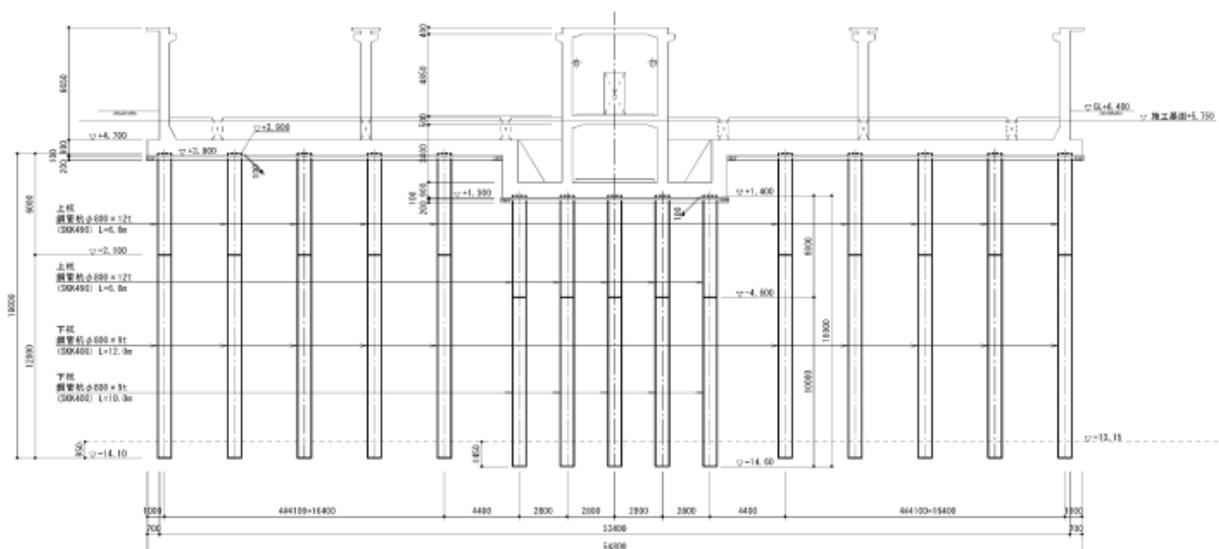
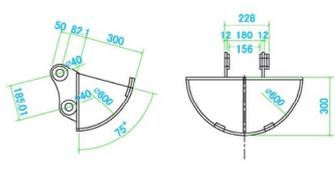


図-1 築造した凝集沈殿地の断面図

表-1 杭頭掘削の課題対策工法比較表

工 法	オーガースクリュー	ハンマーグラブ	バケット製作
内 容	小型BHに着ける汎用サイズはφ300～350程度であるため、土砂に強度発現が認められた場合には穿孔穴が決まった場所しか掘削できず、人力ハツリ等の補助工法が必要となる。	土砂掘削にはグラブ重量が必要となるため、大型機械での作業となる。杭頭掘削を一度に行うことが出来ないため割高になる。	a) b) c)を満足させるために、小型バックホウに取り付け可能な球体計上に回転するバケットを製作
施工状況			
判 定	△	×	◎

a) 全ての土砂の撤去

内径φ776mm、深さH=1.0mの杭頭部において、効率よく全ての土砂を掘削できず、コンクリートと鋼管の一体化を阻害するおそれがある。

b) 小型機械に限定

凝集沈澱池の地下部分には段差があり、仮設土留内で杭ピッチ約4m程度の幅で作業できる機械が必要となる。

c) セメントミルクによる人力ハツリ併用の懸念

鋼管杭打設は先端根固め工法のため、杭頭部の土砂にセメントミルクが混入する可能性が高く、セメントミルクの強度発現により、中詰土砂掘削時に人力ハツリ等の併用が懸念された。

(2) 杭頭部掘削の課題解決策でのMQバケット誕生

上記課題を踏まえ、表-1に示すように掘削機械等の選定を行った結果、専用のバケット製作が最も適当と判断した。また、バケット構造を決定する上で次項を満足させることが必要と考えた。

a) 汎用機をベースとすること。

b) 土砂の強度発現を見越し、標準バケットよりも小さなバケットとすることで、機械重量を先端バケットに伝え掘削時の補助とすること。

c) 鋼管内掘削深さがH=1.0m、鋼管内径φ776mmの内部で回転することにより、土砂を掘削し鋼管外に排出できること。

以上から、ベースマシンを0.1m³級バックホウとして図-2に示すような球体バケットを製作した。

球体バケットは、みらい建設工業の「M」と球体をイメージした「Q」を用いて“MQバケット”と命名した。

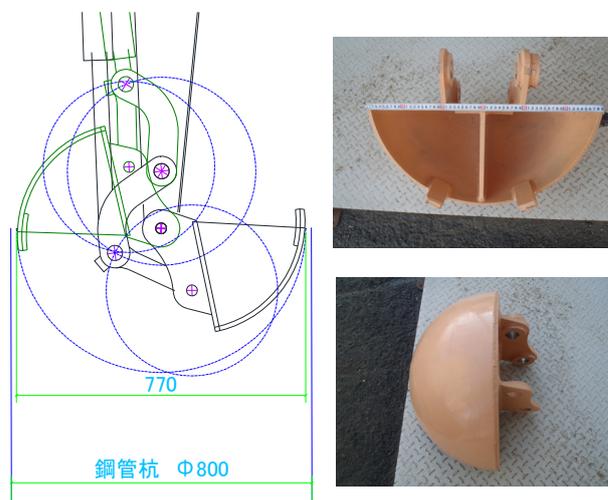


図-2 製作した“MQバケット”

(3) 浄水場築造工事におけるMQバケットの利用効果

浄水場築造工事におけるMQバケットを利用した掘削作業では、表-2に示す効果を得ることが出来た。

表-2 “MQバケット”利用による効果一覧

杭頭高さ	施工基盤 -0.05～-0.45	施工基盤 -2.35～-3.15	施工基盤 -4.35	平均
作業量 (系当り)	40本/日 (全: 143本) 作業人員 球体バケット仕様BH: 1台 普通作業員: 1名	20本/日 (全: 13本) 作業人員 球体バケット仕様BH: 1台 普通作業員: 1名	10本/日 (全: 54本) 作業人員 球体バケット仕様BH: 1台 普通作業員: 1名	21.6本/日 (全: 210本) 作業人員 球体バケット仕様BH: 1台 普通作業員: 1名
作業状況	機械掘削はスムーズに施工。 掘削時間は 10分/本	中詰め土砂に若干のセメント硬化あり。 掘削時間は 20分/本	中詰め土砂にセメント成分が混ざり硬化していたため、掘削時間が必要。 掘削時間: 40分/本	掘削作業原価 2,500円/本

(4) 浄水場築造工事でのMQバケットの利用状況

和歌山市加納浄水場凝集沈殿地を2基築造する工事では写真2~3に示すようにMQバケットを利用し施工した。鋼管の間の距離が短く、大型機械が設置できない状況であるが、小型バックホウに”MQバケット”を取り付けて、小口径の鋼管杭の杭頭部分を効率よく掘削できている。



写真-2 掘削状況全景



写真-3 杭頭部掘削拡大

3. 特許取得

開発したMQバケットは、様々な調査を行ったところ、過去に類似例が見当たらなかった。また、特長を有し、鋼管の杭頭を掘削するには、大きい効果がある工法であることから、2015年12月4日に特許を出願し、特許第6515023号として2019年4月19日に登録された。図-3に特許証を示す。



図-3 バケットとして登録された特許証

4. MQバケットの利用効果の検証

(1) 港湾工事におけるMQバケットの検証

2017年に受注した写真-4に示す名古屋港飛島ふ頭岸壁改良工事は、図-4の断面図に示すように、控え式鋼管矢板構造であり、前面側にφ1200mmの鋼管矢板、控え杭にφ800mmの鋼管矢板が採用されていた。



写真-4 名古屋港飛島ふ頭改良工事鋼管矢板打設状況

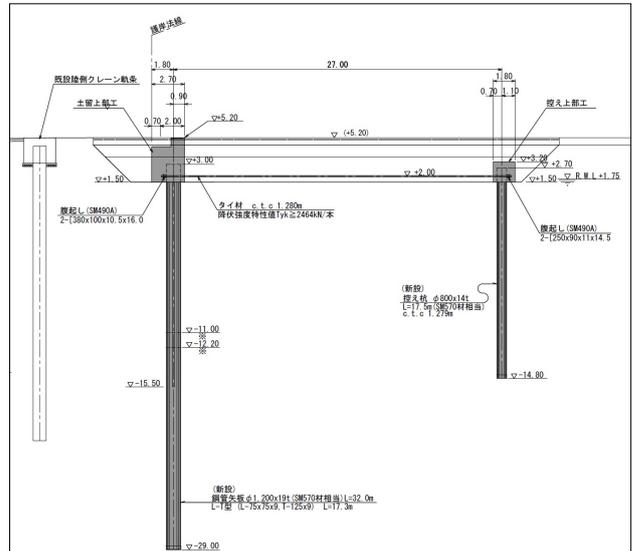


図-4 鋼管矢板打設による飛島ふ頭改良の断面図

(2) バケットの施工歩掛比較検証

名古屋港飛島ふ頭岸壁改良工事の背面側φ800mmの鋼管杭の杭頭部掘削において、MQバケットによる効果を確認するため、通常のパケットによる掘削と施工歩掛の比較を行った。

歩掛比較は、写真-5に示す通常のパケットと写真-6に示すMQバケットを用いて、鋼管杭頭部の1本当たり要する時間を検証した。検証は、同一オペレータが各バケットで3本ずつ掘削して、その平均値で比較した。



写真-5 通常のパケットによる杭頭部掘削状況



写真-6 MQバケットによる杭頭部掘削状況

2つのバケットの施工歩掛を比較したところ、表-3の測定結果が得られ、平均で0.66~0.68となり約2/3の歩掛となることが判明した。

表-3 バケットの違いによる歩掛の比較

通常のバケット	測定項目	1本目	2本目	3本目	平均
	掘削開始	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
荒堀終了	0:07:05	0:06:50	0:07:00	0:06:58	0:06:58
掘削終了	0:12:00	0:12:00	0:12:00	0:12:15	0:12:05
MQバケット	測定項目	1本目	2本目	3本目	平均
	掘削開始	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
	荒堀終了	0:04:55	0:04:20	0:04:30	0:04:35
	掘削終了	0:09:50	0:07:10	0:07:30	0:08:10
比較	項目			短縮率	短縮時間
	荒堀終了			0.66	0:02:23
	掘削終了			0.68	0:03:55

5. NETIS登録

MQバケットを利用した場合の施工歩掛が約2/3に向上する結果が得られ、従来の通常のバックホウを利用した掘削による方法と比較して、経済性、工程、安全性、施工性、の項目において活用の効果が得られると判明したことから、NETIS登録を行った。

名古屋港の工事で測定したことから、中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所にて登録した。表-4に、MQバケットのNETIS登録概要を示す。

表-4 MQバケットのNETIS登録概要

項目	内容
NETIS登録番号	CBK-220003-A
技術名称	MQバケット
副題	1/4球のバケットで打設された鋼管の内部の土砂を効率的に掘削する方法
登録年月日	2022年4月28日
概要	本技術は、打設された鋼管の内部の土砂を掘削するためにバックホウのバケットを球体とした。従来のバケットでは掘削し部分が発生し、人力による掘削が必要であった。このMQバケットを使用することで人力による掘削がほぼ不要で安全性が向上し、施工性も向上する。

6. 実工事におけるMQバケットの利用効果

2019年、西日本高速道路株式会社より受注した京都府城陽市の新名神高速道路高架橋下部工事は、橋脚28基、鋼管ソイルセメント杭（径φ1200mm）L=12.4m（566本）を施工する工事で、MQバケットを使用した。

写真-7に新名神高速道路高架橋下部工事におけるMQバケットの利用状況を示す。鋼管ソイルセメント杭の施工本数が566本にも及んだことから、MQバケットを利用した効果は非常に大きいものであった。



写真-7 下部工事でのMQバケットの利用状況

7. おわりに

MQバケットの発明は、掘削単価低減を考えた末に生まれたものであり、想定以上に大きな効果が得られたと感じている。和歌山市浄水場沈殿池築造工事は、工事規模が大きく工期も長いために、事前準備に時間を掛けられたことと、工事数量が多いことにより検証結果を即反映出来ることが良い方向性となり、工事が効率よく完成するとともに、特許を取得することができた。

名古屋港の工事では、バケットの種類による施工歩掛を比較検証すること、定量的な活用効果の結果が得ることが出来、その結果をもとにNETIS登録が完了し、その後の新名神高速道路高架橋下部工事で大きな成果をもたらしたと考える。

謝辞：本論文は、みらい建設工業株式会社 大阪支店 工事部、泉範明、菅波則克が施工時に発明した“MQバケット”を保有技術として特許取得、NETIS登録に至った技術である。ここに記し、関係者に謝意を表す。

参考文献

- 1) みらい建設工業株式会社 大阪支店、泉範明、菅波則克：中掘り杭工法 杭頭処理時の中詰め土砂掘削方法について、日建経会員技術フォーラム2016
- 2) 特許公報、特許第6515023号、登録日：平成31年4月19日、発明の名称：バケット
- 3) 新技術情報入力システム(港湾版)：MQバケット、NETIS：CBK-220003-A