

24. デメテル工法（水中構造物の合理的な解体工法）の開発

京成電鉄㈱：大嶋 雅夫、㈱奥村組：*大河 澄男、

日立建機㈱：藤沢 勤

1. まえがき

これまで、河川などの水中に位置する構造物の解体は、構造物の周囲に仮設締切り工を施工し、その中を排水した後、ドライな状態で工事を行うのが一般的であった。しかしこのドライ工法では、耐水圧性能の確保や、近接構造物への解体工事に伴う変位抑制などのため、仮設締切り工が必然的に大規模なものとなる。その結果、自然環境保全および工期・工費などに関して多くの課題があり、合理的な工法を開発することが強く望まれていた。

近年になって、地盤沈下に伴う既設橋梁の沈下や、河川の計画流量の見直しによる堤防計画高さの変更等が多くの既設橋梁で必要とされ、新しい橋梁の建設と既設橋梁の撤去工事による橋梁架け替え

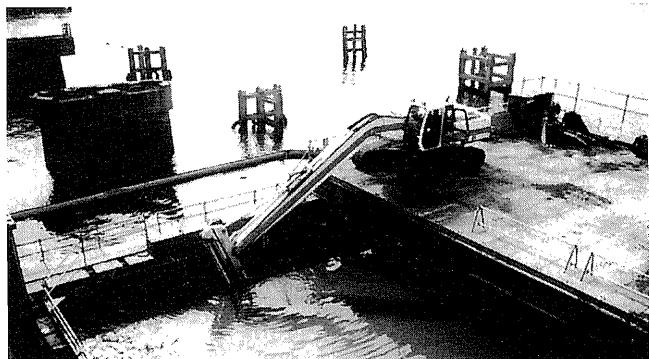


写真-1 橋梁下写部工の解体状況

工事が進められている。このような状況下で、撤去工事の合理化工法を開発することは特に重要な課題となっている。

今回開発した工法は、写真-1に示すように、水上の桟橋上に設置したバックホウなどの建設機械の先端に、油圧ブレーカや解体手段に応じた破碎装置を装着して、遠隔システムを利用して、陸上と同様に水中の構造物を解体する方法である。対象構造物が一定以上の深さの水中にある場合、従来の方法では、オペレータがブレーカなどの位置、方向などの姿勢と構造物の相対的な位置関係を直接目視によって把握することができず、陸上工事で用いられる解体装置による方法は不可能であった。水中カメラなどにより、視覚的にリアルタイムに確認できれば良いが、水中の解体工事では水の濁度が大きく非常に困難である。

新しく開発した方法は、

- ① 嫌功書類及び現地における測量調査などから対象構造物の座標データを確定
- ② GPSや3次元ディジタルカメラ、もしくは自動追尾トータルステーションなどの測量システムによる施工機の座標および方向の確認
- ③ 施工機に取付けられたブーム角度計やスライドアームシリンドラストロークセンサ、バケットシリンドラストロークセンサなどの各種センサによる機械の姿勢および中心位置からの破碎装置の

相対位置および姿勢の確認

等を行うことにより、水中の構造物の位置と解体装置の相対的な位置関係を数値化し、その結果を、コンピュータ処理によりリアルタイムにモニタ画面に表示して、オペレータが運転席に居ながらにして水中の状況を容易に把握することを可能にした。この結果、オペレータは陸上の解体工事と同様に水中における解体工事を容易に行うことができるようになった。

また、本工法は、破碎された部分と未破碎の部分をモニタ画面により視覚的に識別可能にすることが可能であり、オペレータが容易に作業の進捗具合が把握できるようになっている。更に、ブレーカ等により破碎された構造物ガラの撤去状況の確認が、超音波ソナー水中モニタリングシステムにより数量的に把握できるなど、新技術を利用した様々な点で改良、改善がなされている。

本工法を、京成電鉄荒川線旧荒川橋梁下部工解体工事に適用し、良好な結果を得ることができたので、概要とともに以下に報告する。

2. 工法の概要

2.1 施工機械および施工システム

本工法の施工機は図-1 に示すように油圧ショベルをベースマシンとしロングブームとロングスライドアームを装着している。また、フロントの姿勢を把握するために、センサ付シリンド、ブーム角度センサ、本体傾斜センサを装備している。ベースマシンの仕様を表-1 に、本工法のシステム構成を図-2 に示す。

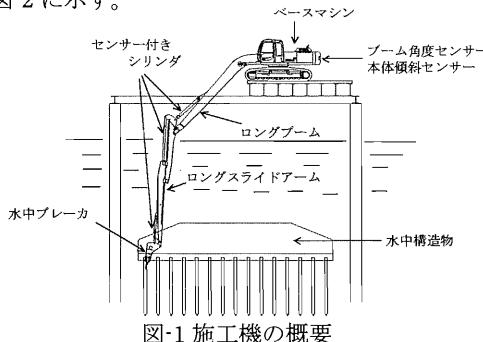


表-1 施工機の仕様

油圧ショベル形式	日立 EX220LC-5
全装備重量	27000kg
エンジン型式	日野 H07-TD
定格出力	118kW/2000min ⁻¹
最大作業深さ	13640mm
最大作業半径	13500mm
スライドストローク	2000mm
ブレーカ形式	OUN308(0.45 クラス)

2.2 モニタリング

施工機の運転席には、テンキーボードと初期設定などのための 6.5 インチディスプレイが操作しやすい位置に装着されている。オペレータは、これらの機器を用いて、解体作業を行う。

ディスプレイ画面は側面画面、平面画面を切替え式で表示しているほか、拡大・縮小も可能である。また、平面画面でも、対象構造物の高さ方向のデータを等高線で色分けして表示しているので容易に作業の進捗状況が把握できる。更に、対象構造物を細分化したブロックとして表示しており、このブロック内をブレーカ先端が通過したことで解体完了として把握、表示を変えている。このブロックの大きさについては、

- ① ブレーカにより破碎されるコンクリート塊の大きさ

- ② ブレーカ先端の位置設定精度
- ③ 対象構造物の大きさ

等を考慮し、事前の実験結果と兼ね合わせ決定した。図-3にモニタ画面を示す。

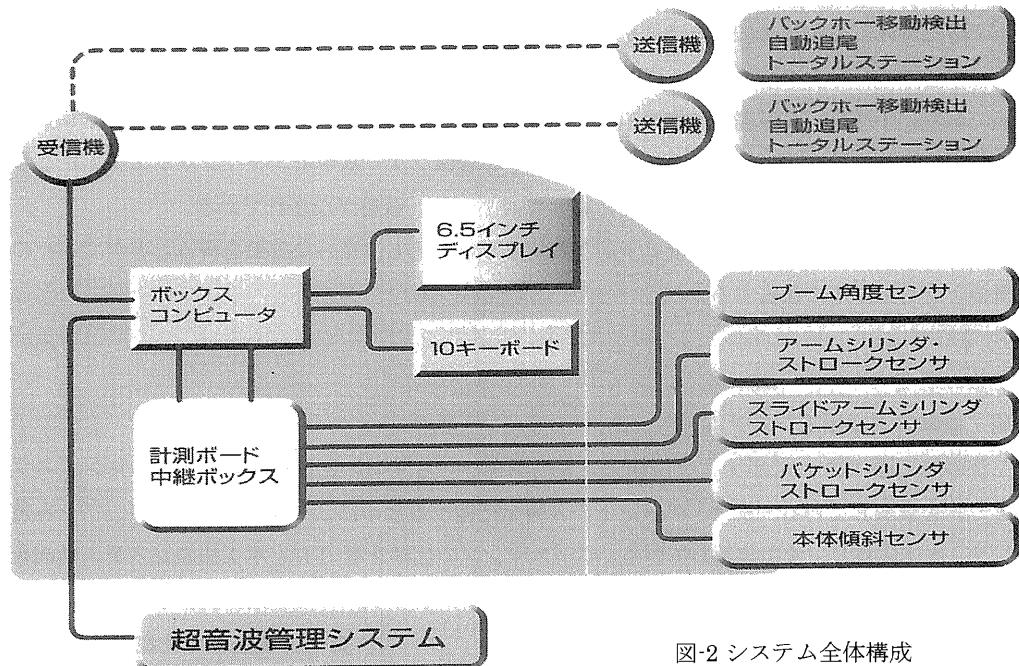


図-2 システム全体構成

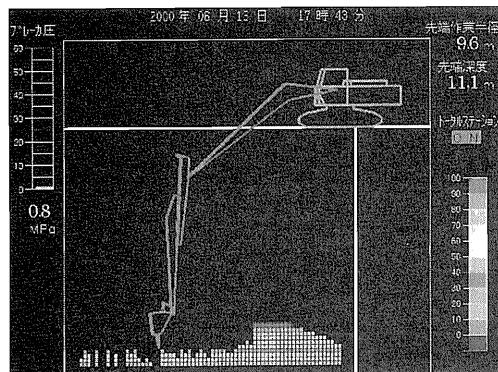


図-3(1)モニタ画面(側面)

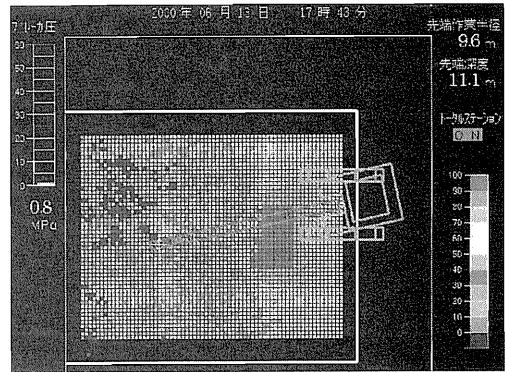


図-3(2)モニタ画面(平面)

2.3 施工管理

施工機械に搭載されているボックスコンピュータには、フラッシュメモリーが装着されており、対象構造物の解体進捗状況をリアルタイムに CSV 形式で保存できるようになっている。このフラッシュ

ュメモリを事務所などの汎用パソコンソフト（例えば EXCEL など）を利用して施工管理を容易に行なうことができる。図-4 に管理図の例を示す。

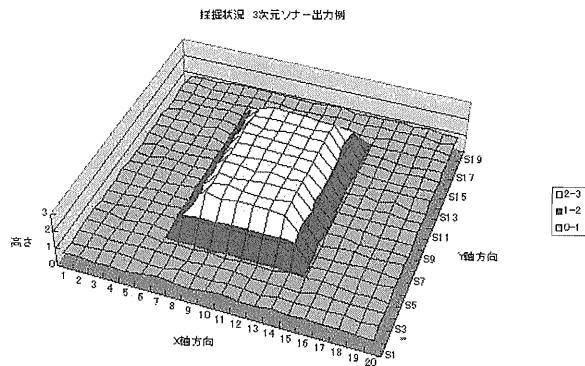


図-4 出来高管理図の例

2.4 安全および環境対策

水上の桟橋上に施工機を設置させ、水中構造物の解体作業を行うことから安全に対する対策や、水質汚濁を始めとする環境への配慮を種々実施している。以下にその概要を列記する。

・安全への配慮

- ① 施工機の安定性を確保することから、フロントの作業半径 13m で警報を発し、13.5m でアームのダンプおよびスライドアームの伸びが自動停止するようにした。
- ② ブレーカの空打ちによる機器類の損傷を防止するため、ブームの押付圧をモニタに表示し、オペレータが空打ちしないようにした。
- ③ 水中ブレーカ仕様のため、エアをブレーカ先端から出しながら作業する。この際、エアの供給が低下するとブレーカの故障の原因となるため、運転席にエア圧低下警報を装備した。
- ④ 水中で、ホースが切れると作動油が流出してしまう。水中では、流出したことが確認できないため、そのままで使用するとポンプの焼付きを招く恐れがあるため、作動油油量低下警報を装備した。
- ⑤ 本工法そのものが締切り内に作業員が入ること無く、すべての作業が水上の桟橋上から可能であるため、高い安全性が得られる。
- ⑥ 施工機は、あらかじめ測量データをもとに作業範囲をコンピュータで制限できるので、重要な施設の近傍でも、施設に影響を与えることなく安全な工事ができる。

・環境への配慮

- ① エンジンは、排出ガス対策型クリーンエンジンとした。
- ② 作動油は生分解性作動油を使用し、万が一、ホース類の破損により作動油が水中に流出しても、水と酸素があると微生物の働きにより、水と炭酸ガスに分解され環境汚染には繋がらない。

らないものを使用した。

- ③ 本工法そのものが水中における解体作業なので、結果的に騒音振動が大幅に低減できるなど周辺環境にも配慮することが可能である。

3. 他の水中解体工法との比較

構造物の解体工法には、本工法に採用している水中ブレーカ工法の他に、ワイヤソーによる解体工法や基礎工法の一種の全周回転ケーシング工法など、いくつかの工法がある。

京成電鉄押上線旧荒川橋梁下部工解体工事における当初計画では、フーチング部の撤去を本工法と全周回転ケーシング工法で行う予定であった。橋脚部は、すべて水中ワイヤソー工法で行う予定であったが、一部の橋脚部の中には、船舶衝突事故時の補強工事により各種の鋼材による補強工が付帯されている個所があり、水中ワイヤソー工法の適用が困難であったため、急遽本工法により施工した。以上のことから、各々の解体工法を、必ずしも同一条件下で比較することはできないが、工事実績の比較を参考データとして表-2、3に示す。表は単に破碎のみでなく撤去工を含んだ比較であるが、

デメタル工法は、水中ワイヤソー工法や全周回転ケーシング工法と比較して、いずれも1日当たりの施工量は優れており、水中解体工法としての優位性が認められた。

水中ワイヤソー工法では鉄骨を含んだ複合構造物や木材等への適用に難点がある。また、全周回転ケーシング工法は施工機械の重量などが大きくなり、栈橋工等の規模が大きくなる。これらを考慮すれば、本工法は、施工性が良く汎用性に富んだ工法であると言える。

以上のように、本工法は、技術的、経済的にも優れた特長を有しており、他の解体工法と比較してもその良さを十分引き出せる工法であると思われる。さらに、

この工法の改善による将来的な応用場面として、

- ① オペレータは、必ずしも運転席にいる必要はなく、劣悪な作業環境における遠隔操作による無人化施工
- ② すべての情報が、コンピュータに集録されるので、種々の制御理論を活用した自動化への展開

が期待できると思われる。

表-2 橋脚部の解体施工実績比較例

	デメタル工法	水中ワイヤソー工法
対象構造物の概要	P.15 橋脚 無筋コンクリート 101m ³ 鉄筋コンクリート 135m ³	P.13 橋脚 無筋コンクリート 85 m ³
主な施工機械	デメタル機、レスコ式パイプクラム、ダンプ	ワイヤー装置、水中コアボーリング機、100t クーン、トレーラー、油圧破碎機
施工日数(日)	26	16
施工能力(m ³ /日)	9.1	5.3

表-3 フーチング部の解体施工実績比較例

	デメタル工法	全周回転ケーシング工法
対象構造物の概要	P.13 フーチング 鉄筋コンクリート 236 m ³	P.15 フーチング 鉄筋コンクリート 233 m ³
主な施工機械	デメタル機、レスコ式パイプクラム、ダンプ	全周回転ケーシング掘削機、100t クーン、油圧破碎機
施工日数(日)	38	48
施工能力(m ³ /日)	6.2	4.9

4. 従来工法（ドライ工法）との比較

従来、一般的に行われている仮締切り排水によるドライ環境下のブレーカ解体工法と本工法の工期・工費比較を図-5に示す。本工法によれば、解体直接工では、水中解体のため若干コスト高となるものの、仮設工の大幅な簡素化が可能なためトータルでは工費で約30%の経済化が計れる試算結果となった。同様に、工期においても、締切り工事の簡素化によりおよそ40%の短縮が可能との試算結果を得た。

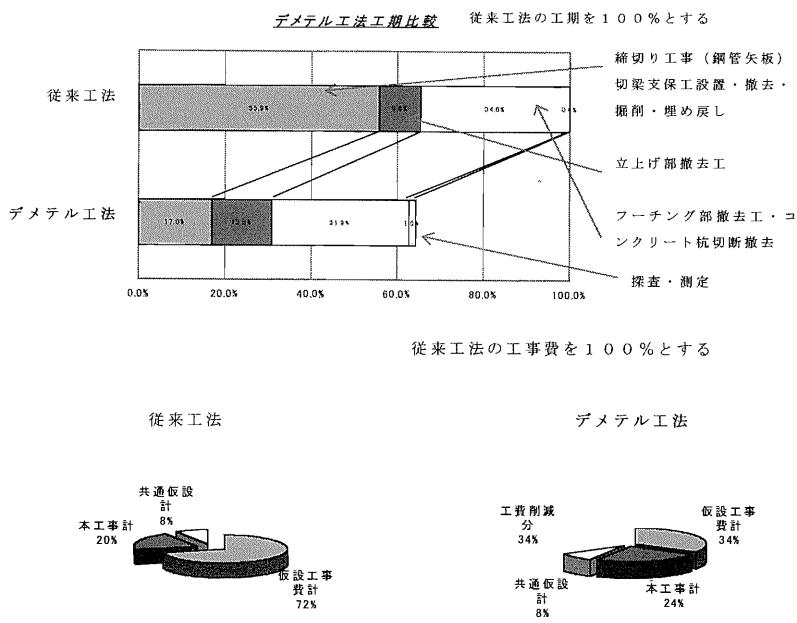


図-5 工期・工費比較

5. あとがき

デメタル工法は、水中構造物の解体作業において、従来、最も困難であった目視による施工ができないという致命的な点を、可視化を通じて施工可能にしたものとして、今後の解体工事において大きなメリットを与えるものと思われる。

とくに、近年における建設産業は、社会資本投資の進展から国土の整備が充実され、これまでのような新設一辺倒の環境から徐々に変革を迫られてきつつある。すなわち、建造物の新設から既設構造物の維持補修を主とした延命化、さらには、既設構造物の老朽化に伴う撤去工事の必要性と、これまでとは若干、様子を殊にした場面に展開しつつある状況にあるといえる。例えば、道路橋においては、2011年には供用年数50年以上のものが全体の10%を越えると予測され、この点からも、その維持補修とともに、解体工事の比重は大きなものとなると予測される。

水中構造物の解体工事の合理化工法としてデメタル工法を開発し、その現場適用に関して報告したが、今後は、この分野の技術開発を更に進めるべく検討を進める予定である。