

映像による斜杭打設管理システム「ジオモニ」について

五洋建設株式会社 上越工事事務所
石垣順

1はじめに

上越火力発電所 LNG 受入桟橋工事において、150 本の鋼管杭打設を行った。気象・海象条件より鋼管杭打設開始は 4 月中旬からであったが、工期を遵守するためには、ワーキングプラットフォーム (WP) および WP 連絡橋上部工を早期に着手する必要があった。しかし、従来の測量方法では斜杭の打設順序が限定されるうえ、陸上からの視準が直接できない個所が生じた。また、地中部での杭離隔が約 70cm の個所もあり、高精度での打設が求められた。

本工事では、これらの課題を克服する目的で、任意の位置での測量が可能な斜杭打設管理システム「ジオモニ」を導入し、106 本の斜杭（径 900～1,200mm、長さ 52.0～57.5m、打設角度 20～25 度）を打設した。

本稿は、施工上の課題および斜杭打設管理システム「ジオモニ」の概要に関して述べるものである。

2工事概要

(1) 工事内容

工事名称 : 上越火力発電所 LNG 設備 LNG 受入桟橋工事

発注者 : 中部電力株式会社

工事場所 : 新潟県上越市八千浦 2 地先

工事内容 : ワーキングプラットフォーム(WP) : 1 基

ブレスティングドルフィン(BD) : 4 基

ムアリングドルフィン(MD) : 3 基

連絡橋 : 1 式

係船設備 : 1 式

その他 : 1 式

工 期 : 2009 年 2 月 27 日～2010 年 6 月 18 日

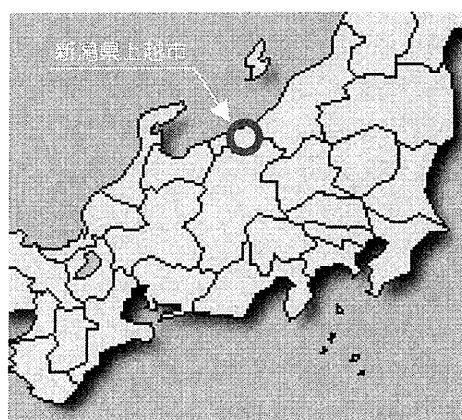
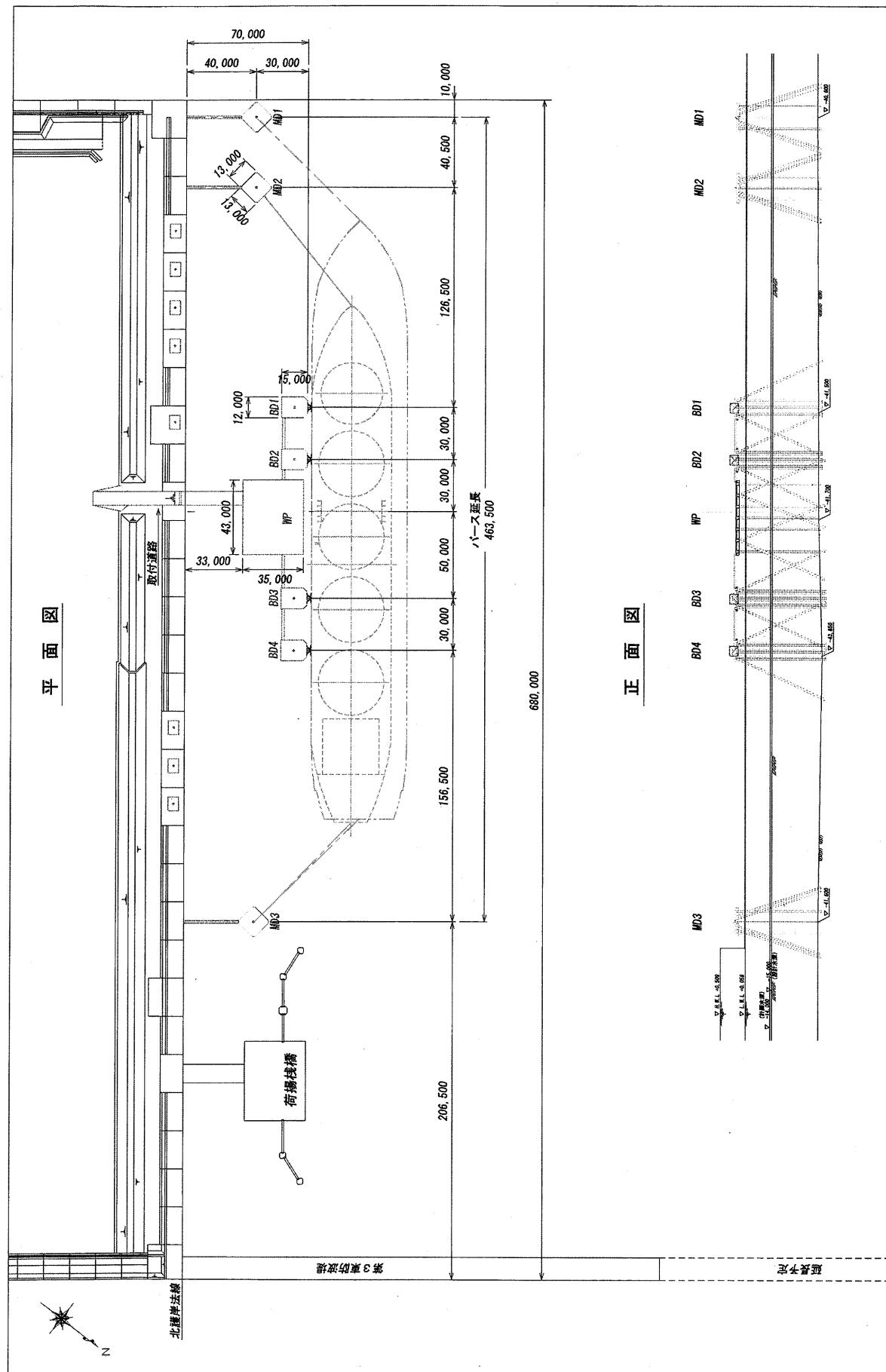


図-1 施工位置図（広域）



図-2 施工位置図（詳細）

図-3 受入棧橋一般図



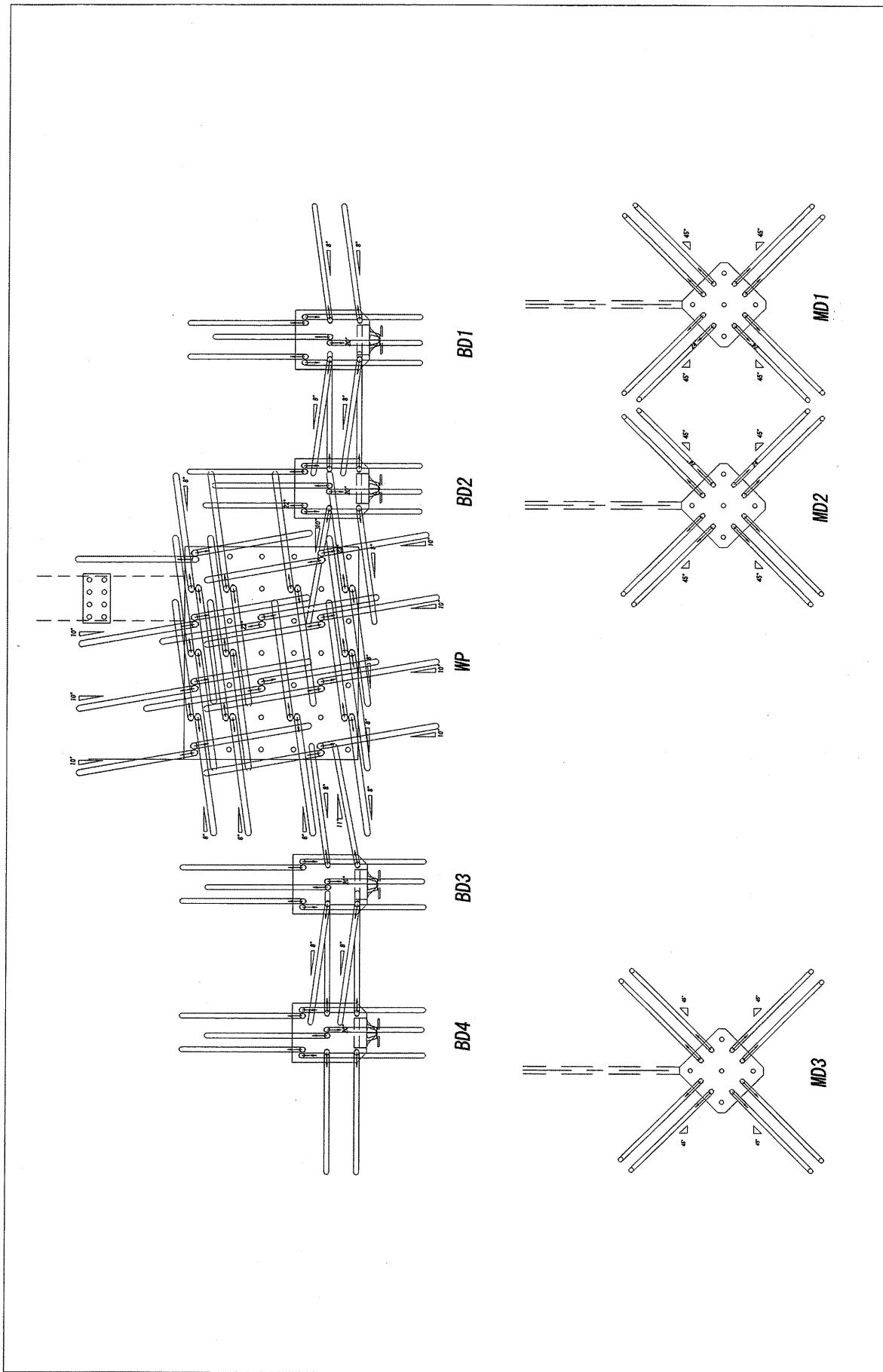


図-4 桟伏図

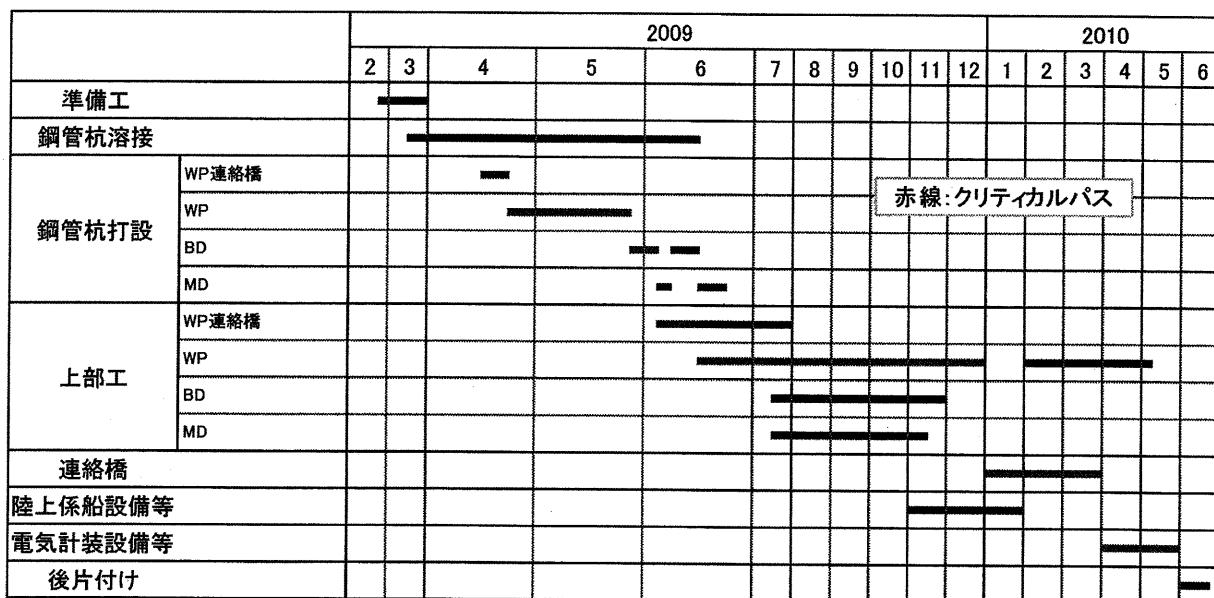
(2) 鋼管杭に関する工事数量

表－1 工事数量

箇 所	直徑(mm)	厚み(mm)	長さ(m)	数量(本)	斜/直
WP	1,200	18	54.0～56.0	42	斜杭
	900	10	47.8	21	直杭
WP 連絡橋	1,000	11	47.0	8	直杭
BD	1,000	11	53.0～57.5	40	斜杭
MD	900	11	52.0～53.5	24	斜杭
	900	11	47.5～48.5	15	直杭

(3) 工事工程

表－2 工事工程表



3 施工上の課題

(1) 斜杭の測量

斜杭は、構造上および杭同士の干渉回避のため平面的に角度を振っている。従来の斜杭測量方法は杭正面と横直角方向から杭を視準し誘導するため、杭の振角によって以下の制約条件が生じる。

- ①現況の護岸、防波堤から測量ができない杭（下図赤線）→ 海上測量櫓が必要
- ②防波堤からのみ測量が可能な杭（下図黒線）→ 打設順序が制約される
- ③護岸、防波堤の両方から測量できる杭（下図青線）→ 制約なし

なお、MD3 は荷揚桟橋により杭打船の配置が限定されたため、測量方法は限られる。

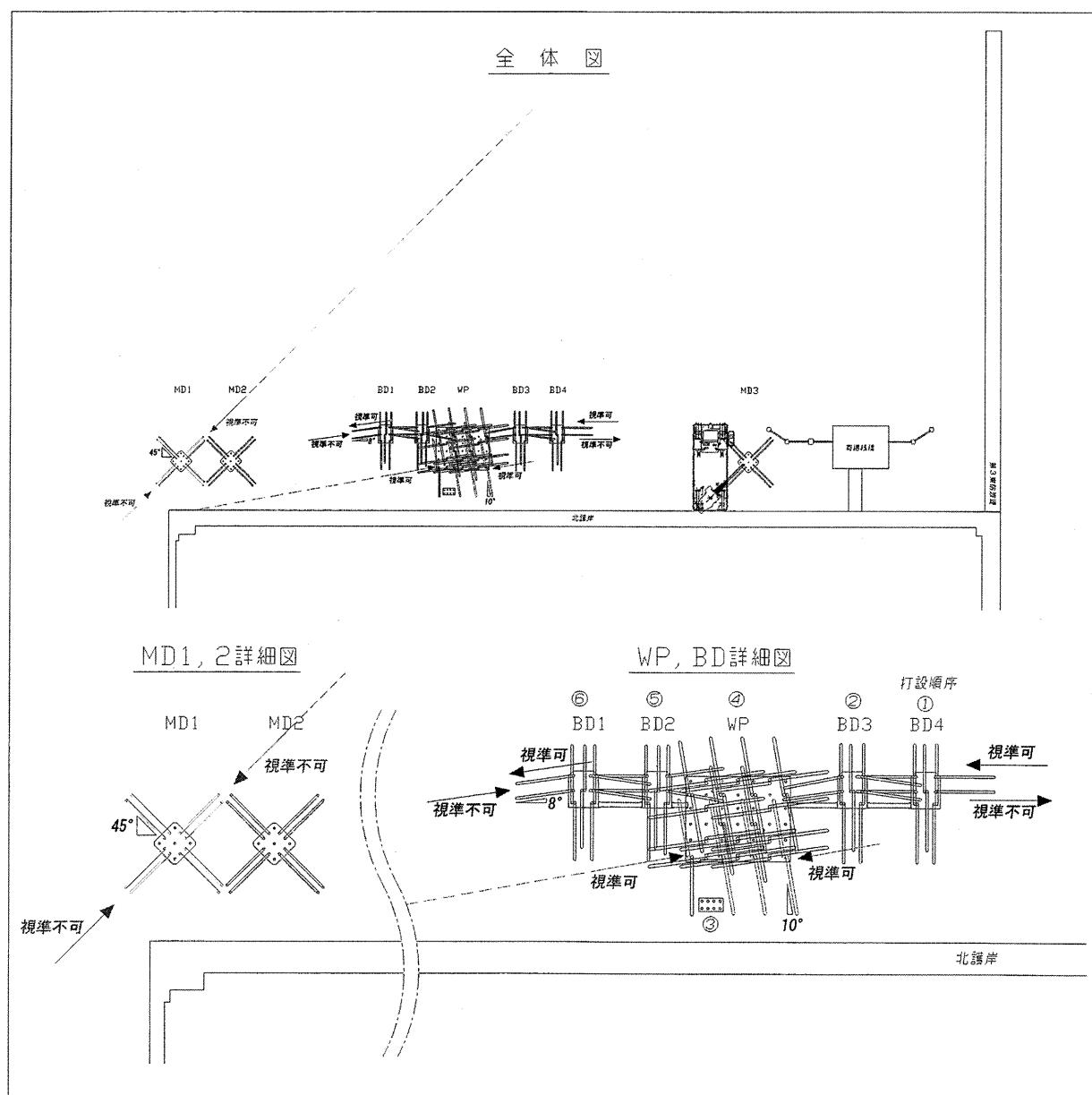


図-5 通常の測量による視準の可否

(2) 工程を考慮した打設順序の設定

全体工程においてワーキングプラットフォーム (WP) がクリティカルとなっており、工期を遵守するために WP 上部工に早期着手できる打設順序を検討した。WP 上部工は、正面護岸上に設置する 200t クローラクレーンで行う計画としていたが、安全面を考慮すると、杭打船との離隔を 15m 程度確保する必要があった。

そこで、杭打船と 200t クローラクレーンの輻輳作業を避けるため、WP 上部工は WP 連絡橋、WP、BD2、BD1 の杭打設が終了した段階で開始する計画とし打設順序を設定した。この打設順序は、通常の測量方法では防波堤方向から測量するため不可能であるが、ジオモニを用いて任意の点から測量することにより可能となった。

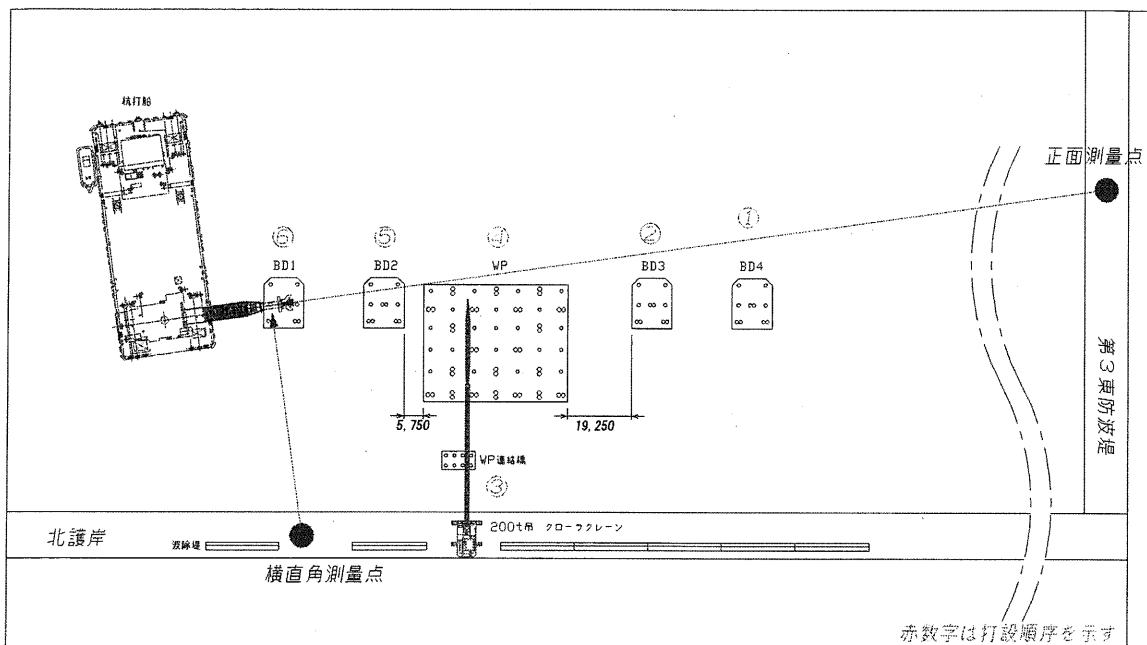


図-6 通常の測量による打設順序

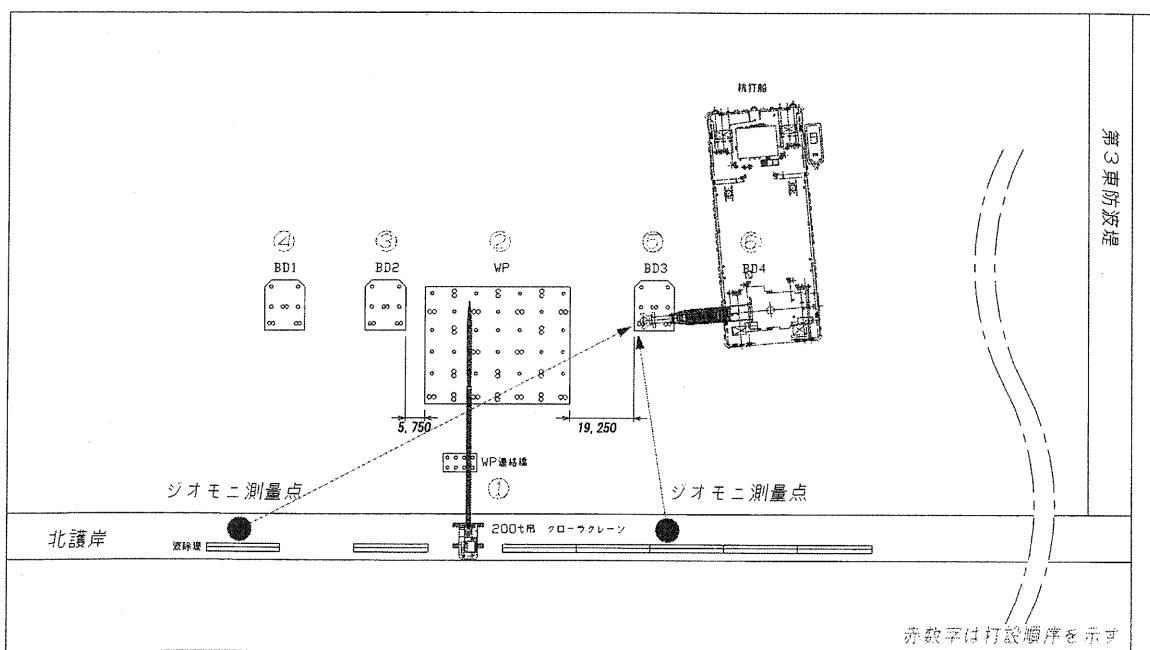


図-7 ジオモニを使用した場合の打設順序

4 斜杭打設管理システム「ジオモニ」の概要

(1) システム概要

本システムは杭誘導員の代わりにトータルステーション（TS）に取り付けたCCDカメラで杭（位置・角度）を視認し、その映像を杭打船に伝送・モニタ表示する杭打設管理装置である。杭打船のオペレータ、現場監督員はモニタで杭の位置・角度を確認しながら杭打船を位置決めし、杭が設計の位置・打設角度にセットされたことを確認後、打設を行う。

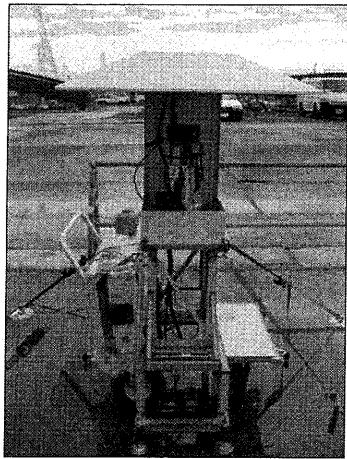


写真-1 機器全景

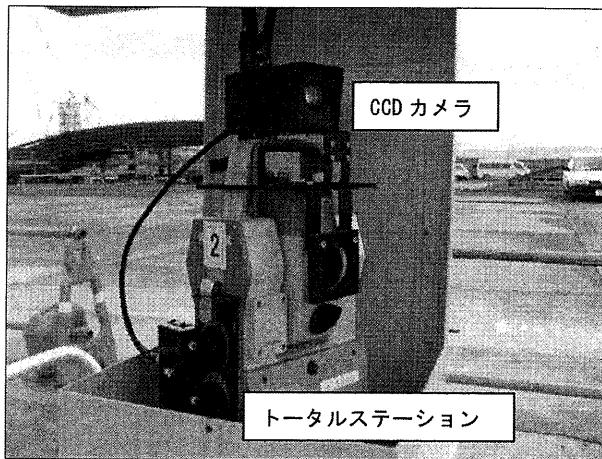


写真-2 機器詳細

モニタには護岸や防波堤上に設置した測量機器からの杭見かけ角度が設計ライン（下写真の緑線）として表示される。

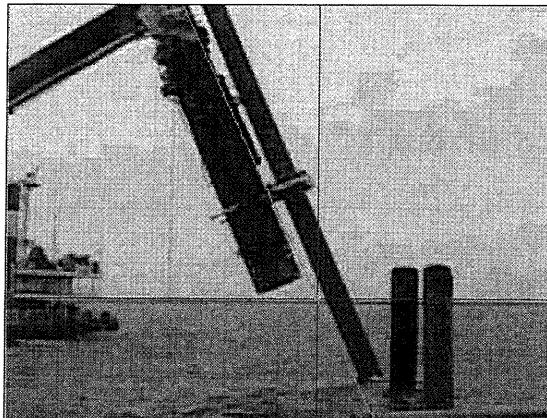


写真-3 モニタ映像（横方向）

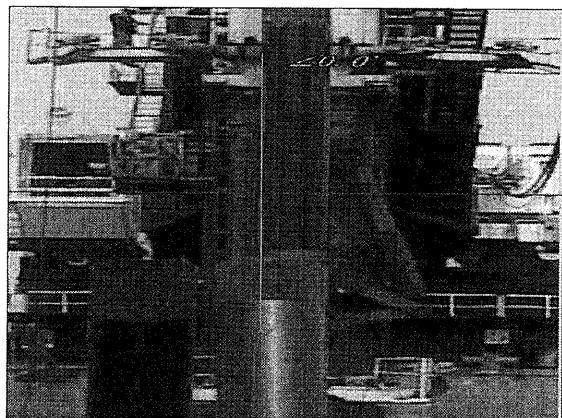


写真-4 モニタ映像（正面方向）

(2) システム構成および機器配置

斜杭打設時の機器配置例を以下に示す。

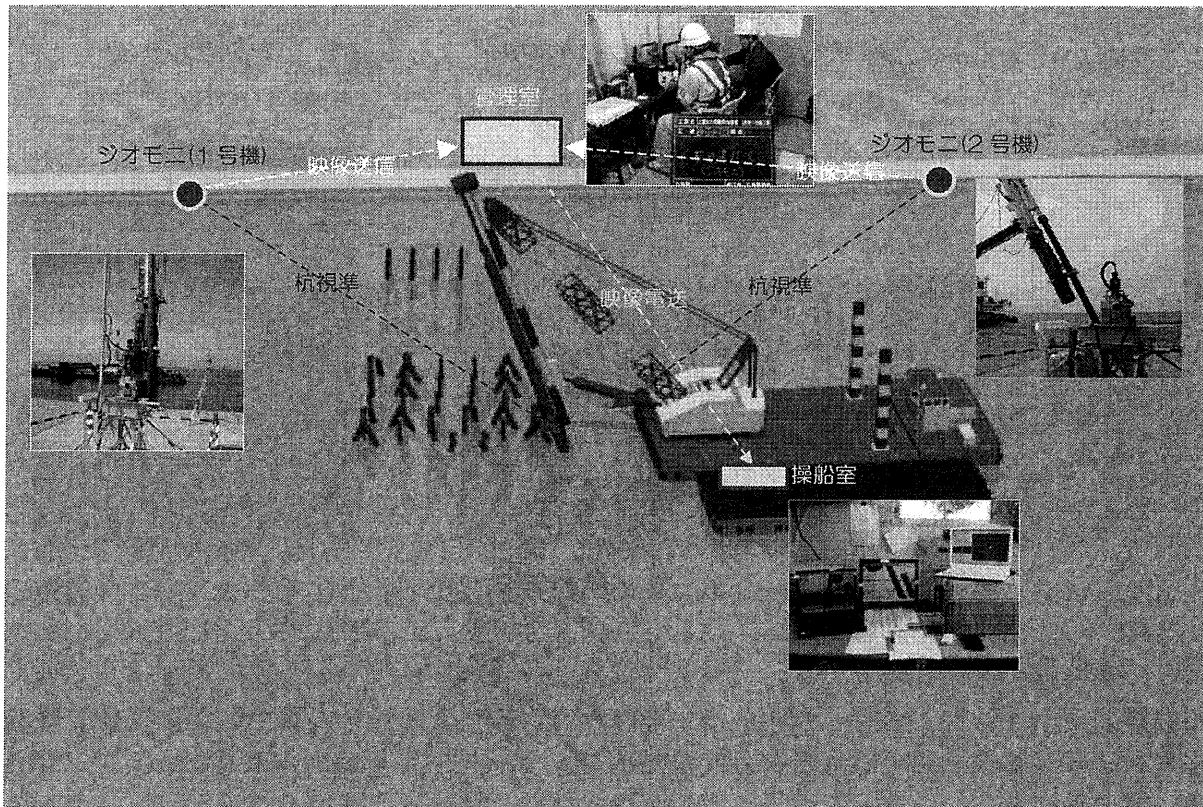


図-8 システム機器配置

(3) ジオモニにおける測量点

従来の斜杭測量方法では、斜杭ごとに正面および横直角方向の測点を護岸・防波堤上にマークし、トランシットを設置して誘導する。

本システムでは、任意の2点からの測量が可能なことより、下記に示す計14点を用いて測量を行った。ドルフィン(BD, MD)は、2箇所からすべての測量を行った。ワーキングプラットフォームは、護岸上4か所、防波堤上3箇所から測量した。

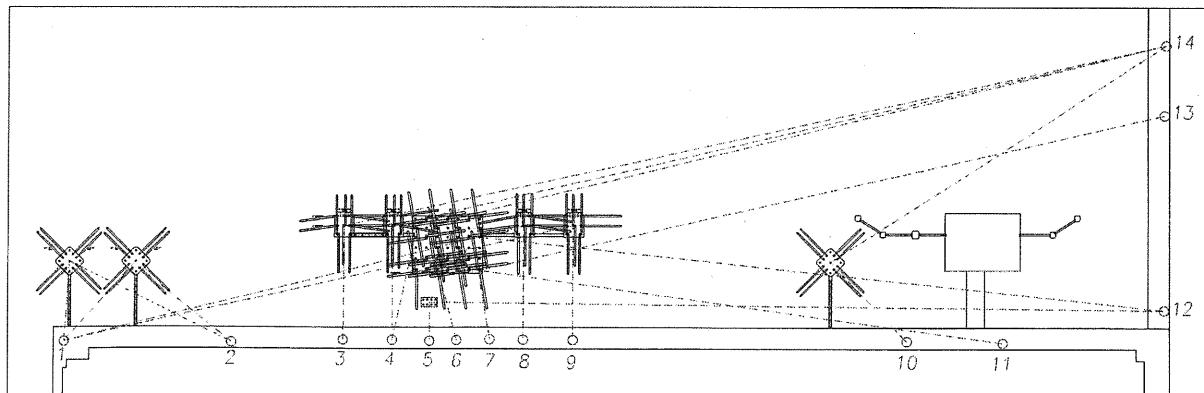
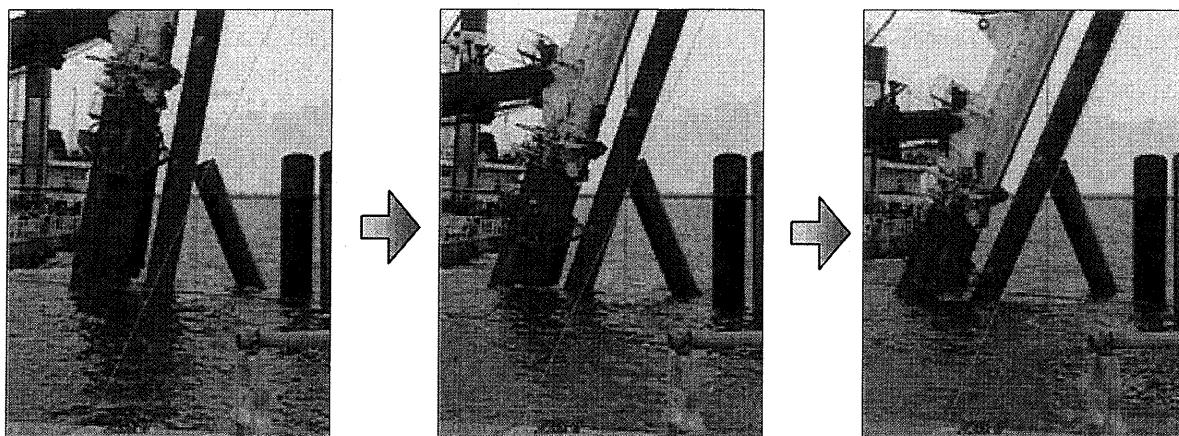


図-9 測量点設置位置

(4) 杭の誘導

杭の誘導は映像を見ながら行う。モニタには任意の測量点に設置したジオモニから視準した見かけ角度が設計ラインとして表示される。

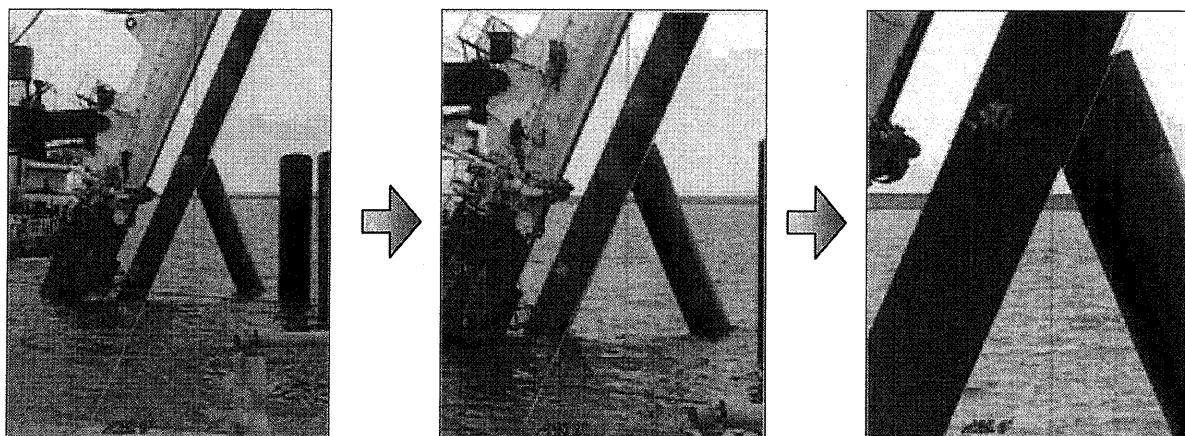
モニタ上に表示される杭の設計ラインに杭を合わせるように誘導し杭をセットする。



写真－5　杭誘導状況

(5) 高精度な打設管理

通常のトランシット誘導において杭までの視程距離が近い場合、点で捉えた映像で誘導するケースがあり、杭端の位置・角度を確認できない。一方、本システムでは、ズーム機能で映像を拡大・縮小できるので、点および線で捉えた映像で誘導が可能となり、杭全体を視準でき高精度な打設が可能である。



写真－6　映像の拡大・縮小

(6) まとめ

本システムの特長を以下に示す。

- ① 杭全体の位置・角度をモニタで確認でき迅速な操船・位置決めが可能。
- ② 打設中、杭打船上で実際の杭の状態がリアルタイム映像で確認できる。同様の映像を陸上管理室でも遠隔監視でき、杭打設情報の一元管理が可能。
- ③ TS を杭正面、横直角方向に設置する必要がないため、測量点を少なくでき、事前測量および施工時測量を省力化できる。
- ④ 本システムは任意の測量点から視準できるので、杭正面、横直角方向からの測量ライン上に障害物があっても測量が可能。
- ⑤ 遠隔操作で映像を拡大・縮小できるので、杭全体の視準が可能。

7 あとがき

本工事は、工期的に大変厳しく鋼管杭打設のミスで工期を遵守することができなくなるため、事前の検討および詳細な施工計画が不可欠であった。1本1本の杭について、入念な準備および慎重な施工を行った結果、すべての杭について管理基準値内に収めることができた。

本システムは、当工事において初めて本格導入したため、システムの精度を確認する目的で打設初期段階においては従来の測量方法も併用して打設を行った。その結果、ワーキングプラットフォームの斜杭の半数(21本)を打設した段階で高精度な打設ができるこことを確信し、その後、打設をスムーズに行うことができた。

現時点では6件の実績を積み、さらに信頼性の高い技術となっている。今後も杭打設工事に積極的に導入し、施工精度の向上、測量作業の省力化に寄与できればと考えている。

最後に、本工事の計画・施工に際し、ご指導、ご協力ならびに多大なご助言をいただいた中部電力株式会社上越火力建設事務所の皆様に厚く御礼申し上げます。

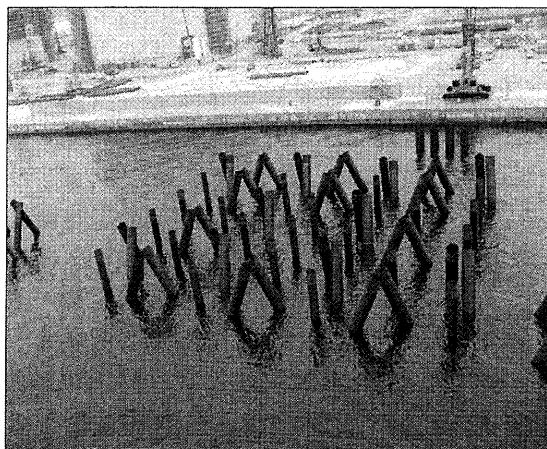


写真-7 杭打設後全景

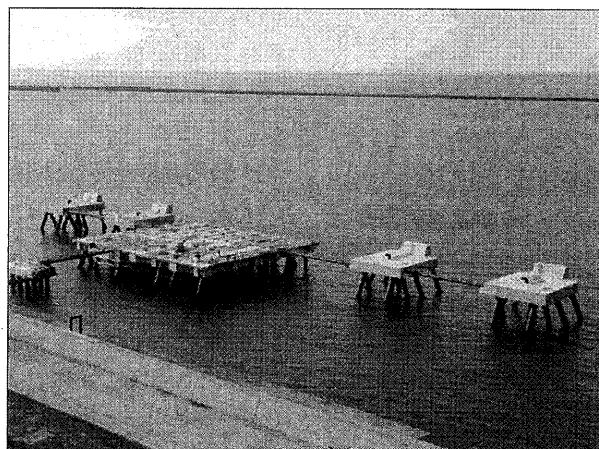


写真-8 現場全景 (2009年12月末)