

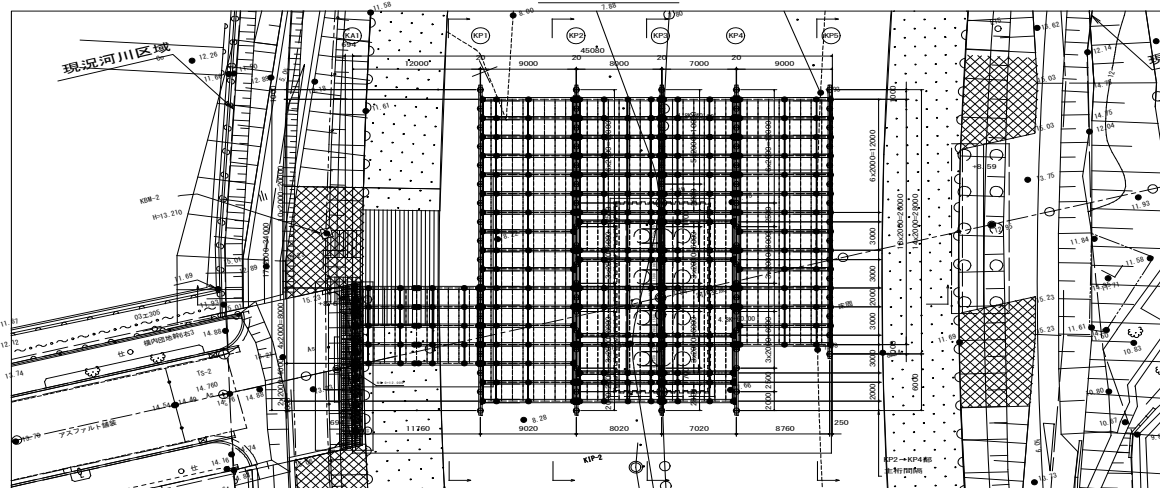
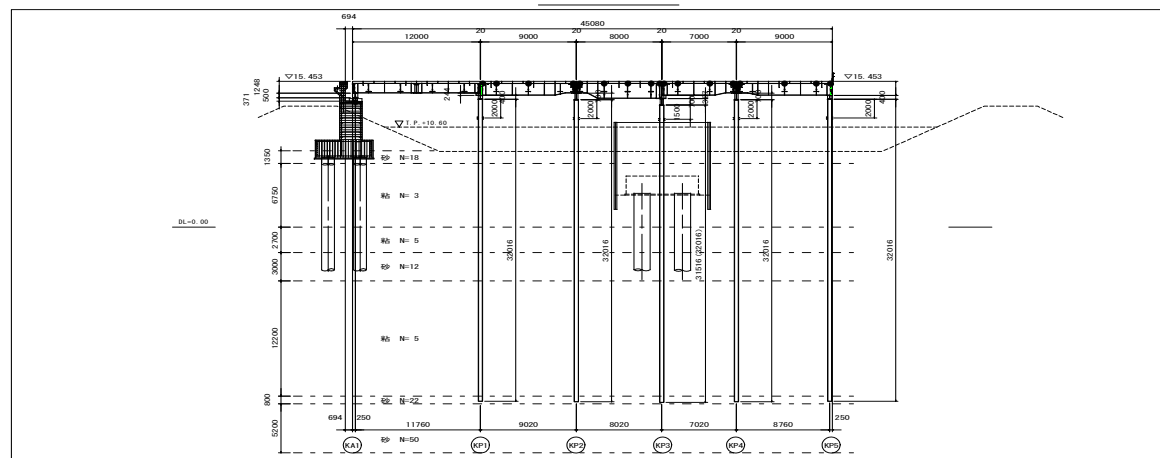
# 橋脚工事における仮栈橋施工

位置図

- 工事概要** 本工事は、藤枝市内を流れる二級河川朝比奈川に新設にて橋梁下部工(橋脚)1基を構築する工事である。
- 目的** 地元経済発展への重要な道路であり、東名高速と新東名を繋ぐ道路でもある県道81号と県道381号の交差する仮宿交差点の慢性的な渋滞解消を図る三輪立花線の橋梁区間。
- 工事名** 三輪立花線(横内)橋梁下部工(橋脚)工事
- 発注者** 藤枝市長 北村 正平 担当課 基盤整備局道路課
- 工期** 平成28年9月3日 ~ 平成29年6月30日
- 工事箇所** 藤枝市 横内 地内
- 請負金額** ¥226,800,000
- 工事内容** 逆T式橋脚工 1基 仮栈橋工(作業構台) A=1,028m<sup>2</sup>
- 工事方法** 発注者と河川管理者協議により、河川内に作業構台を施工した後橋脚部の施工を行い、完了後作業構台を撤去し完成となる。



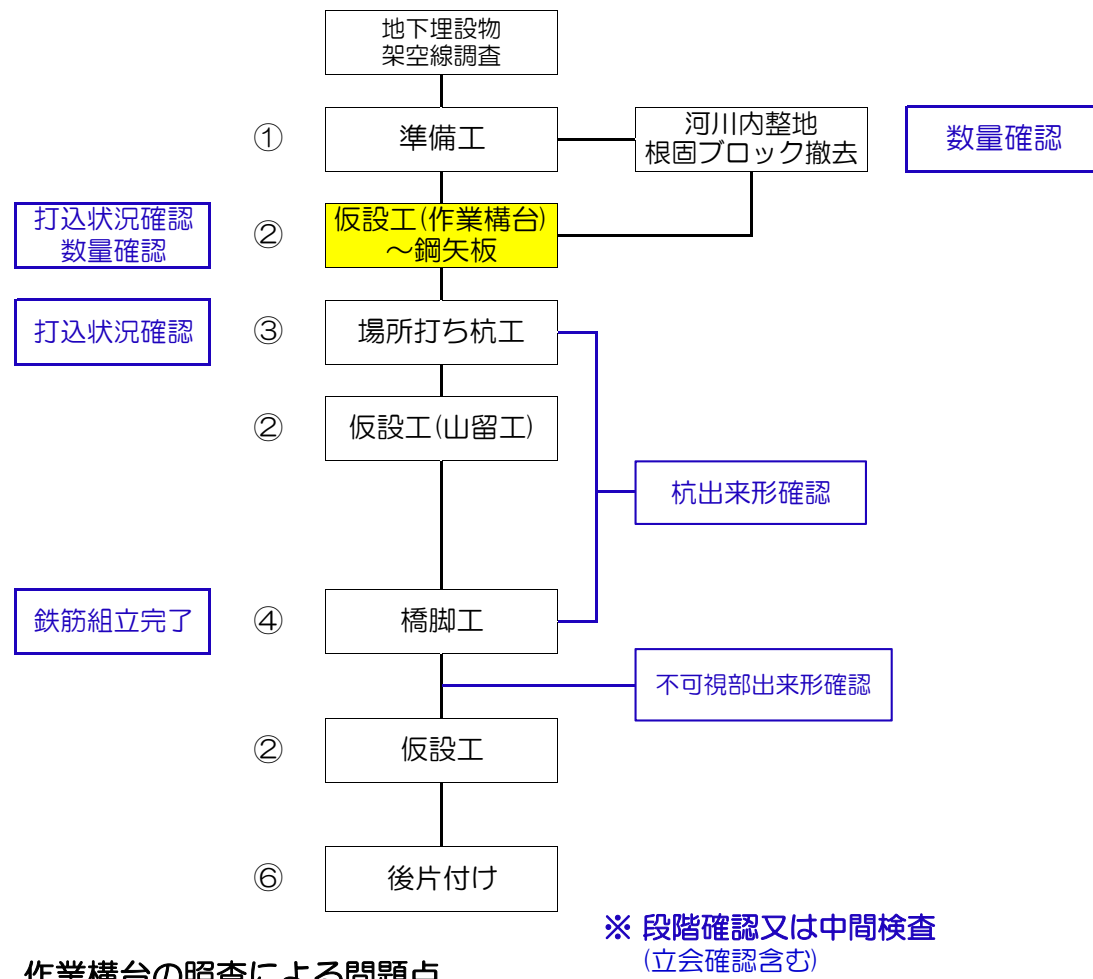
一般図



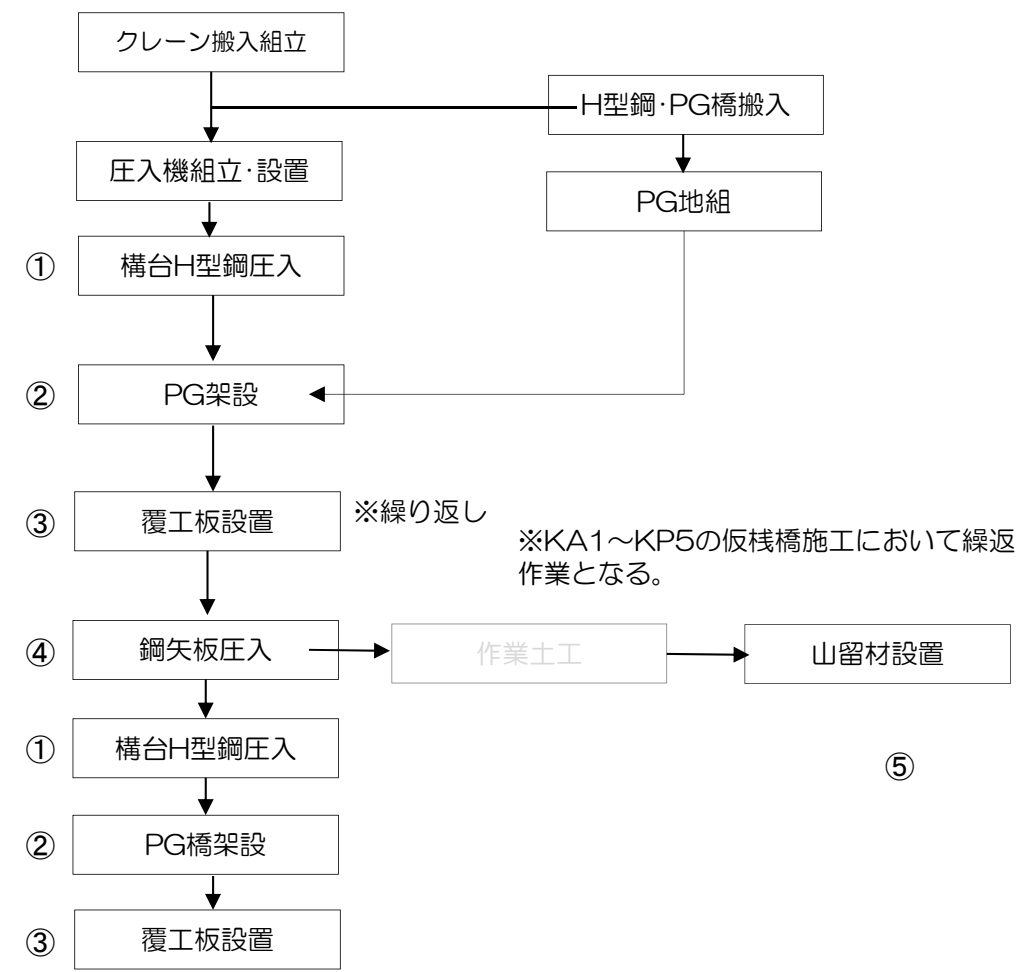
完成



工事全体のフロー

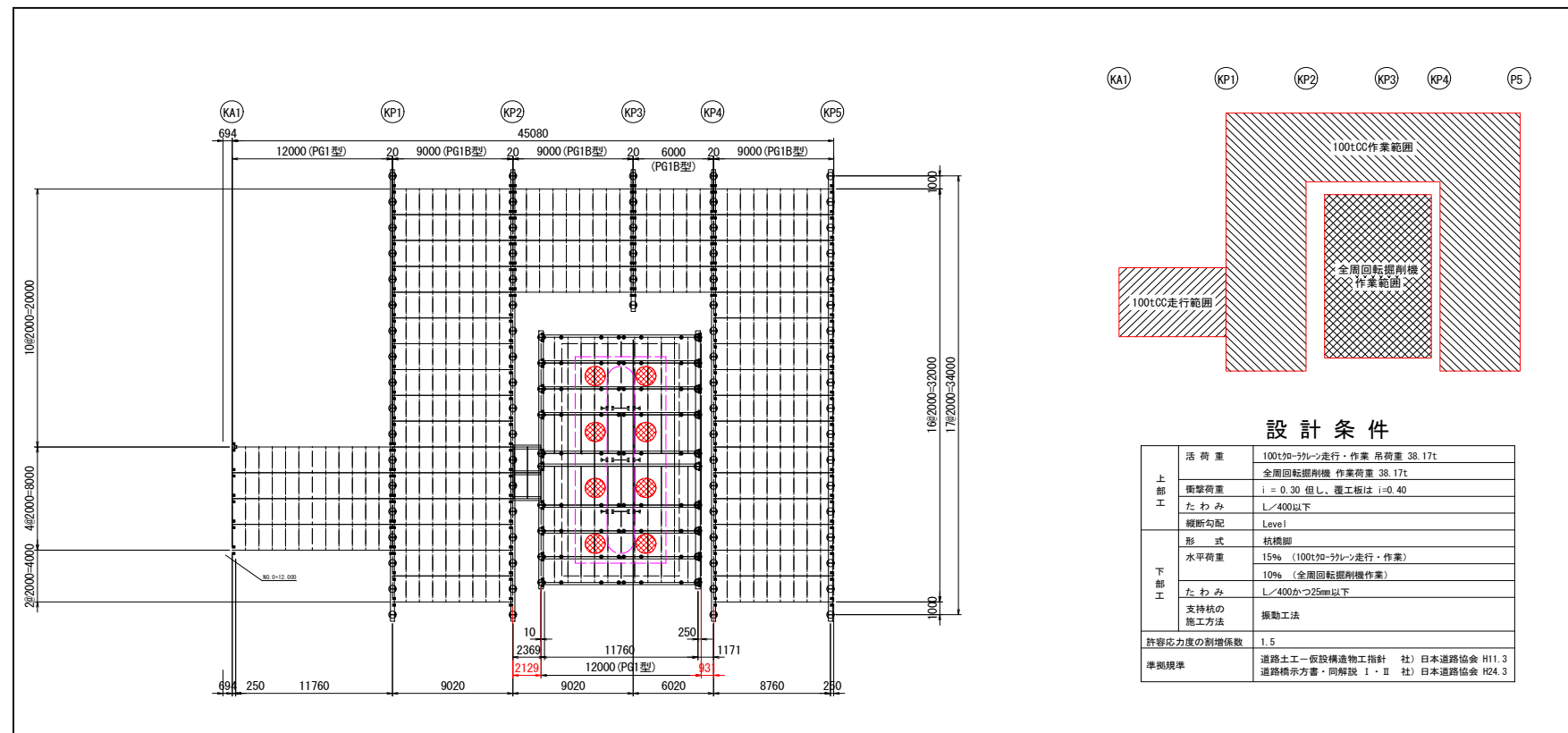


【仮設工施工フロー】



作業構台の照査による問題点

当初設計図面



問題点

- ・ 100t作業範囲と全周機の作業箇所の開口の閉塞

理由

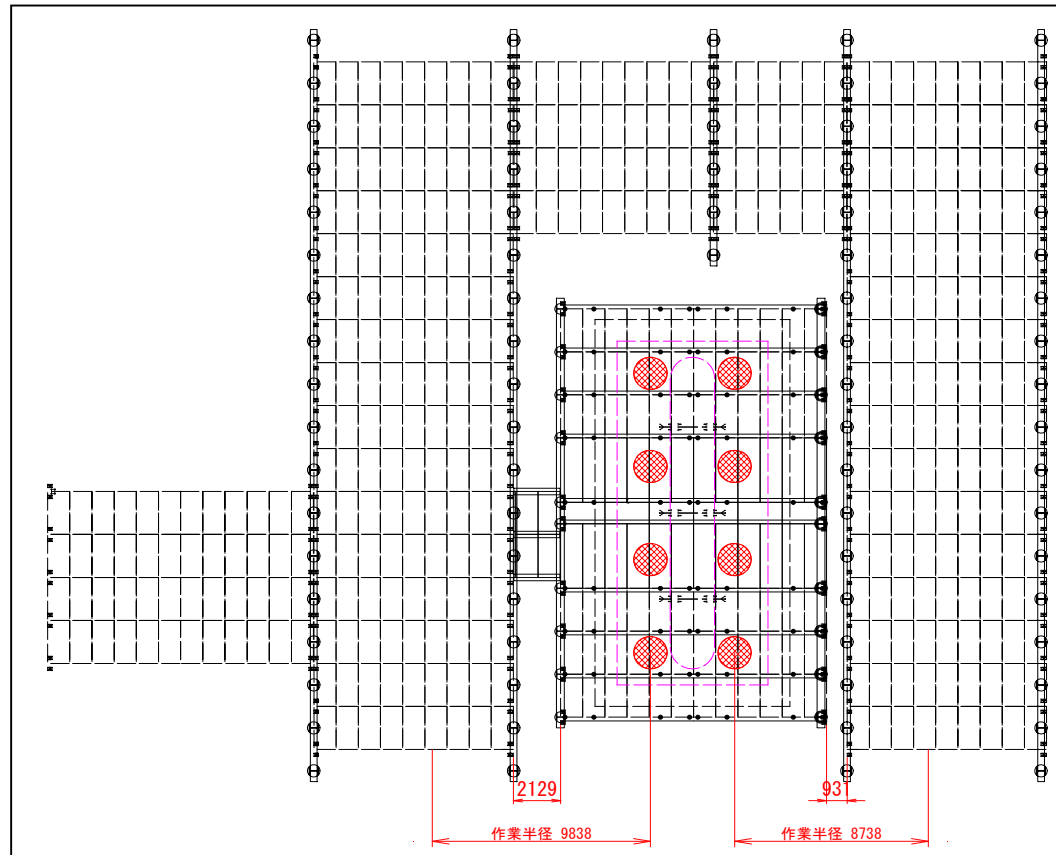
- ・ 作業半径が100tCCの定格総荷重を超過してしまう。
- ・ 後施工となる場所打ち杭のコンクリート打設が開口がある事によりミキサー台車(スロープ)が設置できない場所が発生する。





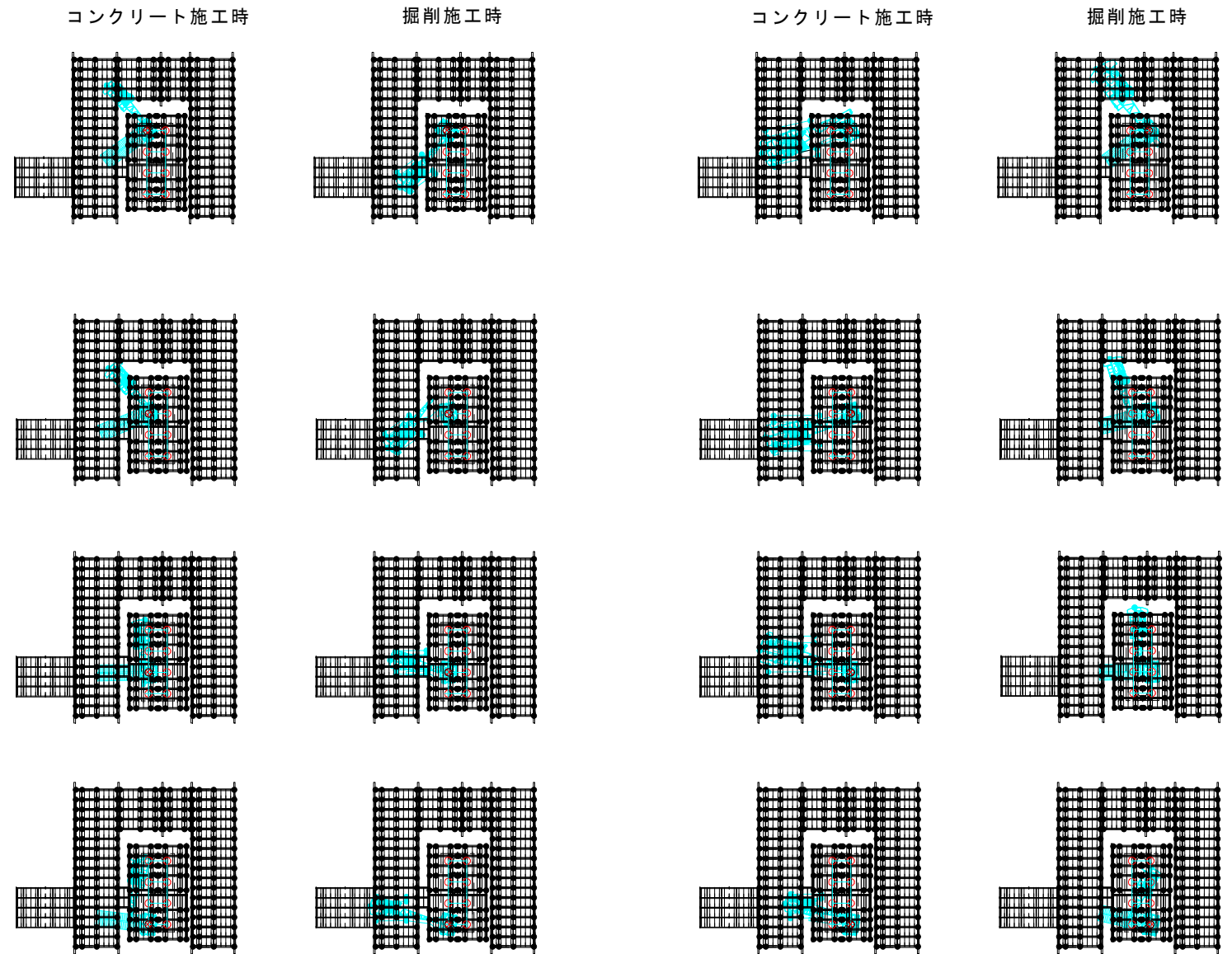
照査による問題点の対応協議

・作業半径が100tCCの定格総荷重を超過してしまう。



・後施工となる場所打ち杭のコンクリート打設が開口がある事により  
ミキサー台車(スロープ)が設置できない場所が発生する。

場所打ち杭施工時の機械配置予定図



■定格総荷重

- 定格総荷重とは、水平堅土上における転倒荷重の78%以内で、フックブロック、玉掛用ワイヤロープ等のつり具の質量を含んだ値です。
- 作業半径とはクレーン旋回中心よりつり上荷重の重心までの水平距離を意味します。
- 実際につり上げ得る荷重は定格総荷重から（フック+玉掛用ワイヤロープ等のつり具）の質量を差し引いた値になります。
- 定格総荷重をつる場合にも風の影響、地盤の状態、作業速度その他安全作業に有害な状況がある時はオペレータは荷重の軽減、作業速度を遅くするなど状況に応じた判断をする責任があります。
- 表中の空欄の箇所では作業を行うことができません。

● 巻上げロープ巻掛本数に対する最大巻上荷重とフックの質量

| フック<br>呼称       | 最大巻上荷重 (t) |      |      |      |      |      |      |       | フック<br>質量 |
|-----------------|------------|------|------|------|------|------|------|-------|-----------|
|                 | 1本掛        | 2本掛  | 3本掛  | 4本掛  | 5本掛  | 6本掛  | 7本掛  | 8本掛   |           |
| 100t            | -          | 25.0 | 37.5 | 50.0 | 62.5 | 75.0 | 87.5 | 100.0 | 1.73t     |
| 50t             | -          | 25.0 | 37.5 | 50.0 | -    | -    | -    | -     | 0.85t     |
| 35t             | -          | 25.0 | 35.0 | -    | -    | -    | -    | -     | 0.70t     |
| 13.5t<br>ボールフック | 13.5       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 0.45t     |
| 13.5t<br>ボールフック | 13.5       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 0.10t     |

■主ブーム定格総荷重表

今回使用のブーム長さ

(単位: t)

| ブーム長さ<br>(m) | 13.8     | 16.9    | 19.9    | 23.0    | 26.0    | 29.1   | 32.1 | 35.2    | 38.2    | 41.2 | 44.3    | 47.3    | 50.4    | 53.4    | 56.5     | 59.5     | 62.6     | ブーム長さ<br>(m) |
|--------------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|------|---------|---------|------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|--------------|
| 3.8          | 100.0    |         |         |         |         |        |      |         |         |      |         |         |         |         |          |          |          | 3.8          |
| 4.3          | 90.043m  | 87.543m | 78.043m |         |         |        |      |         |         |      |         |         |         |         |          |          |          | 4.3          |
| 5.0          | 74.0     | 74.0    | 73.5    | 70.054m | 61.559m |        |      |         |         |      |         |         |         |         |          |          |          | 5.0          |
| 6.0          | 61.5     | 61.5    | 61.5    | 61.5    | 61.0    | 56.64m |      |         |         |      |         |         |         |         |          |          |          | 6.0          |
| 7.0          | 51.3     | 51.1    | 51.0    | 50.9    | 50.8    | 50.8   | 50.0 | 45.075m |         |      |         |         |         |         |          |          |          | 7.0          |
| 8.0          | 42.4     | 42.2    | 42.1    | 42.0    | 41.9    | 41.8   | 41.7 | 41.3    | 37.585m |      |         |         |         |         |          |          |          | 8.0          |
| 9.0          | 36.0     | 35.9    | 35.7    | 35.6    | 35.5    | 35.5   | 35.4 | 35.3    | 35.2    | 35.1 | 34.691m | 31.886m |         |         |          |          |          | 9.0          |
| 10.0         | 31.3     | 31.1    | 31.0    | 30.9    | 30.8    | 30.7   | 30.6 | 30.5    | 30.4    | 30.3 | 30.2    | 30.1    | 29.910m | 29.070m | 21.9112m | 20.1117m |          | 10.0         |
| 12.0         | 22.0     | 24.5    | 24.3    | 24.2    | 24.1    | 24.0   | 24.0 | 23.8    | 23.7    | 23.6 | 23.5    | 23.4    | 23.3    | 23.2    | 19.5     | 19.4     | 18.0122m | 12.0         |
| 14.0         | 13.7132m | 20.1    | 19.9    | 19.8    | 19.7    | 19.6   | 19.5 | 19.4    | 19.2    | 19.2 | 19.0    | 18.9    | 18.9    | 18.7    | 18.6     | 18.0     | 15.4     | 14.0         |

※表中の太線で囲まれた部分は、ブーム等の強度によって定められた値です。

結果

発注者及びコンサルと協議した結果、開口をなくした形状にする事となり図面等の変更を行い施工を開始する事とした。

新規問題点

図面変更に伴い、鋼材形状や数量増となり工場での製作等に時間を費やす事となり現場納入が遅延し工程への影響が懸念された。

※ 当初10月3日より2ヶ月で作業構台を完成予定であったが、変更に伴い施工開始が10月20日以降となり3週間の遅延が生じる事となった。



新規問題点の対応

- 鋼材種類の中で一番遅延となる鋼材の抽出と最終納入年月  
**400H形鋼 (支持杭 H400X400X13X21 L=32000 3本継手)**  
 87箇所 87×3=261本搬入予定 1本当りの長さはetc 最終納入年月日 12月22日予定
  - 納入会社に製作及び納入のスケジュール表の作成提出。  
 納入により現場施工が滞る日時を探り出し、製作スケジュールを前倒しするよう検討依頼。
  - 1.2の結果を検討して12月中の施工完了が出来るように工程を再検討する。  
 支持杭の打設工程を1日当り3箇所(杭本数で9本)施工。ボーリング柱状図結果N値より箇所数決定  
 製作が早まる事が不可能な場合は、鋼矢板打設を行いロスがない様にする。
- ※ 但し、鋼矢板打設エリアまでの構台材料の納入は日時厳守で依頼。

上記の整理により12月中の施工完了となるようにした。

使用機械

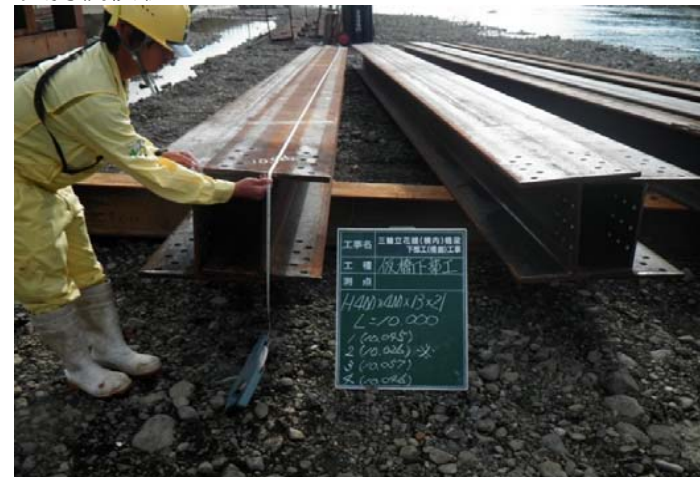


100tクローラークレーン

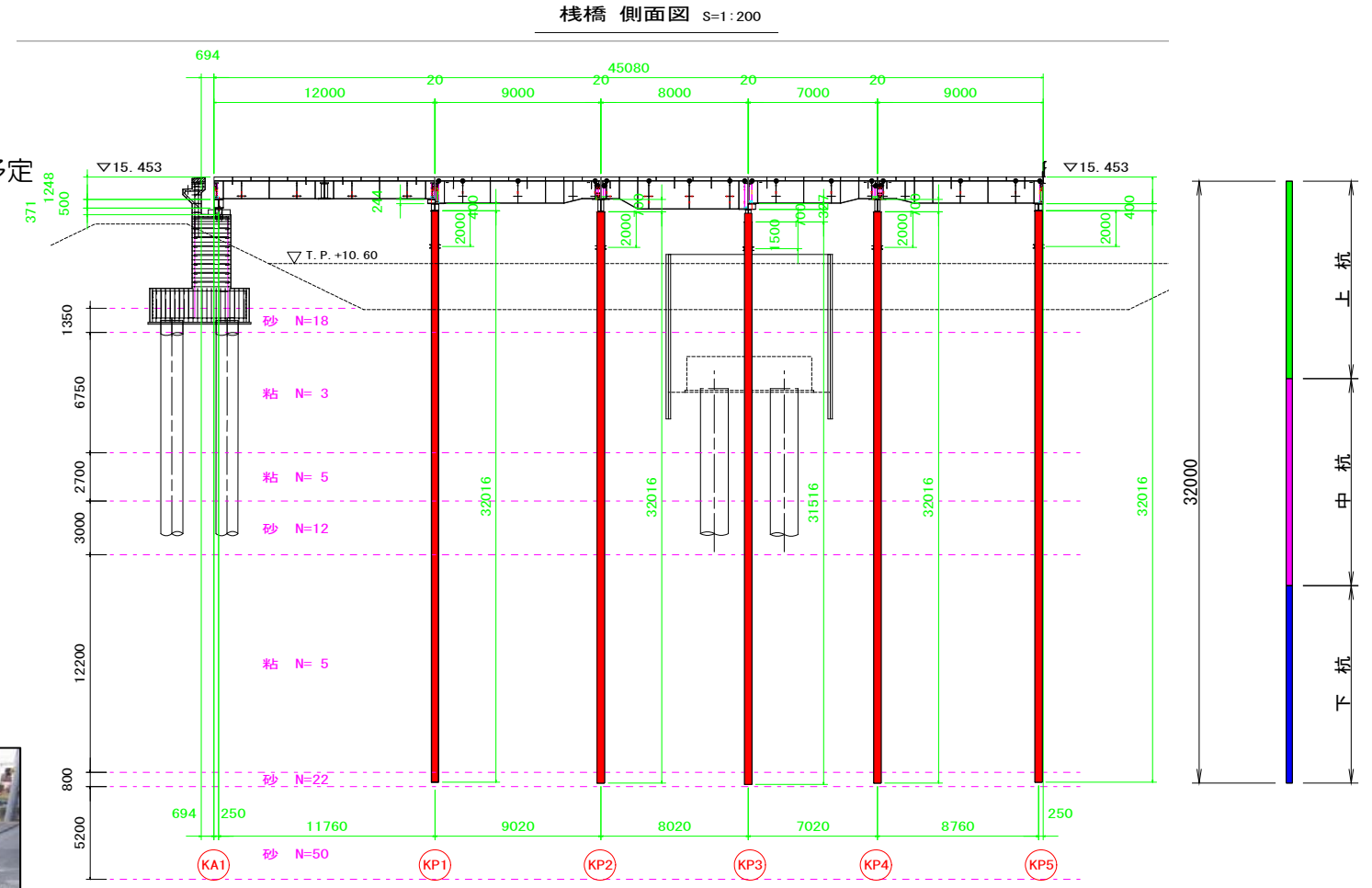


油圧バイブロ(242Kw起震力0~580KN)

支持杭検収



支持杭打込み



施工開始に伴い発生した問題点

KP1支持杭打設中において、中杭施工途中より打設時間が大幅にかかり、経過観察すると1cm打込むのに1時間を費やし最後には挿入不能となってしまった。場所を替え隣接部を打込んだが同じ事象となり施工が中止する事態となってしまった。

原因の模索

- 打設深さから土質は粘性土でありN値=5のラインで挿入不能となっている。機械的性能からすると容易に打込める数字である。
- 転石等であれば打設途中において、支持杭が跳ねる等の兆候になるがそれもなし。
- 土質性状及びN値がボーリング柱状図結果との相違。  
 ※ しかし、オペレーターへのヒアリングから土質的には粘性土であると思われる。電気等の数字より把握しての答え。
- 粘性土の粘着力が高くバイブロの振動をかき消しているのではないか。



**原因の絞込み究明と発注者との協議**

前頁の模索内容から3.4番に着目して整理を行う。

3番目に関し発注者より貸与されている3箇所分のボーリング柱状図を再検討し、想定線を施工範囲内にプロットする。

- 設計図面に記載されている想定線とN値については大きなばらつきもなく相違点は見出せなかった。

4番目に関してはあくまでも想定の話であるため、バイプロを油圧から電動に替えるか起震力の大きい油圧にて施工試験的に試す方法で確認せざるしかない。ただし、起震力の大きい油圧は工費を大きくする事となる。

上記項目内容を発注者と協議した結果

- 土質N値等について再度ボーリングを行うか否か。工程を考慮すると今からでは影響が大きいためNG
- 工程が最重要と考えているため、機械の変更を検討。

案)-1

油圧バイプロから電動バイプロへの変更

問題点

近隣家屋への影響が考えられる。場合によっては家屋調査の必要性が発生する。

案)-2

起震力の大きい油圧バイプロ(高周波式)に変更。

問題点

機械調達が1週間以上かかり工程への影響がある。

工費が増大する。

結果

電動バイプロにて施工をする事。但し振動レベルが

規制値を超過する場合は使用を中止すること。

結果が良好であるならば施工を継続することで決定。

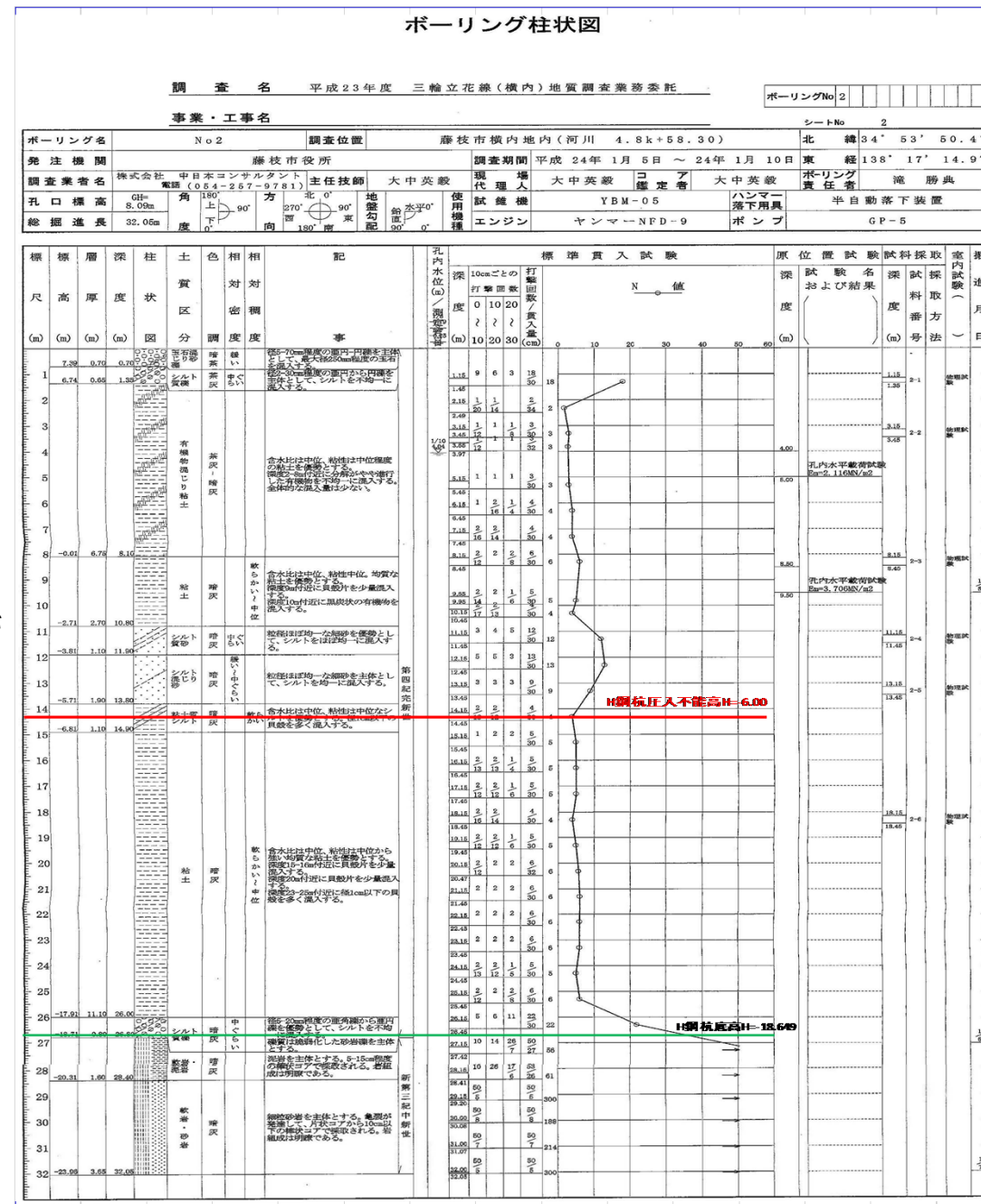


油圧バイプロ(242Kw起震力0~580KN)

変更



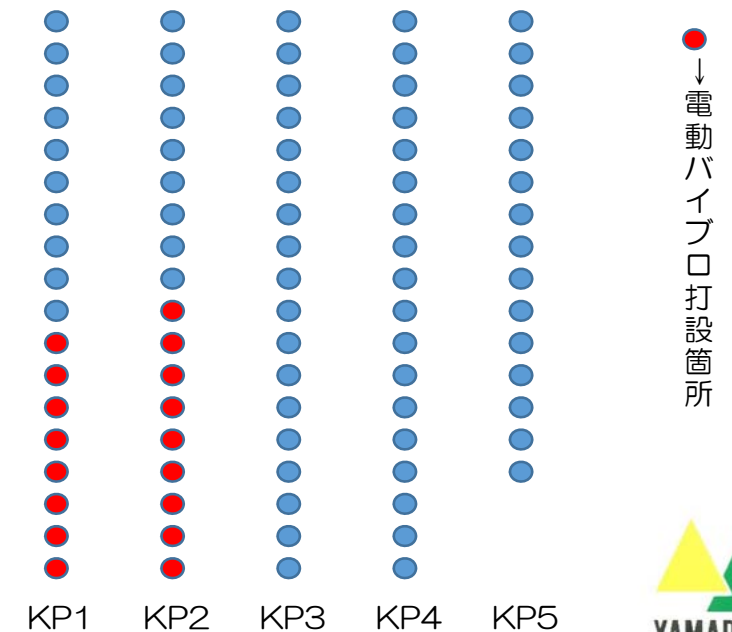
電動バイプロ90Kw



結果

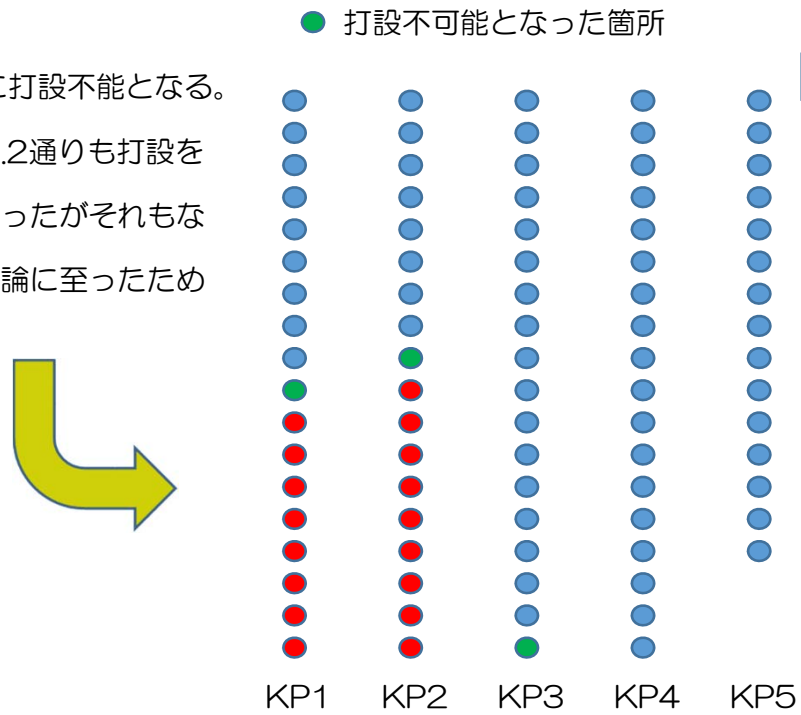
振動レベルも規制値内であり、場所により時間にはばらつきはあるが、打設可能となったため電動バイプロでの施工を継続することとなる。

しかし、日当たり3箇所完了予定が1.5箇所のため、工程への影響は増大するため作業は夜間にまで及んだ。



**更なる問題**

電動バイプロにて施工をしてきたがKP3上杭打設中に打設不能となる。  
1箇所で結論を出すのは時期尚早と思い、隣接のKP1.2通りも打設を  
しましたが同じ事象となった。機械の不具合かとも思ったがそれもな  
かったため電動バイプロでの打設が不可能であると結論に至ったため  
再度発注者との協議検討となりました。



発注者への提案事項

工程を最重要としている事から、今回の事象を回避するにあたり、施工協力会社及び  
バイプロメーカーの協力を得て資料(下記資料)を作成し協議検討となりました。  
施工会社としては、工事費は高価となるが工程が確保できる5番を選定しました。

**協議結果**

今後は、4番で施工を行い圧入が不可能となった場合は5番での施工とする事と決定。

※ 施工時点で使用する油圧式バイプロハンマーの中では国内最大機であり1台。

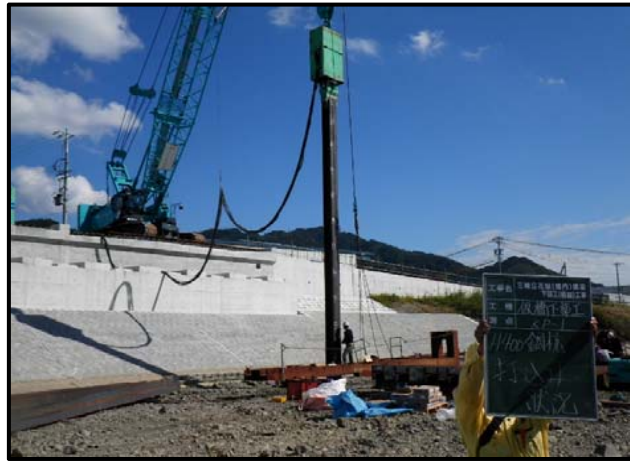
**施工結果**

4.5番目の施工方法にて、支持杭打設は日当たり3本近くまで進捗しました。

| 番号 | 施工方法                                   | 打設機械                              | 併用機械                                | バイプロ起震力   | 工法説明   | 土質条件<br>粘性土<br>砂岩 | 経済性<br>(1本当たりの単価)       | 施工結果   | 考察  |
|----|--|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------|--|-------------------|-------------------------|--|---|
| 1  | バイプロハンマー工法                             | 電動式<br>バイプロハンマー<br>(90kw)         |                                     | 0~547KN   | 電動式バイプロにより、杭に上下振動を与え杭を打込み、引抜き工法。一般的に最大N値50程度を打込み上限としている。地盤振動が大きく持続するので近隣に配慮する必要がある。場合によっては家屋等の事前事後の調査が必要となる。   | △                 | ¥200,800                | 残り0.5m~<br>1.0m付近で<br><b>打設不能</b>                                  | 支持層到達時に打設不能となる可能性が大きい。また、振動・騒音が大きいため近隣への配慮が必要である。経済的には安価な工法である。                 |
| 2  | ウォータージェット併用<br>バイプロハンマー                | 電動式<br>バイプロハンマー<br>(90kw)         | ウォータージェット<br>(ヒッパリング方式)<br>330ℓ/min | 0~547KN   | 電動式バイプロ工法に、ウォータージェット併用し打込みを容易にし地盤振動を軽減する工法。一般的に <b>ジェット1台で最大N値50程度</b> を打込み範囲としている。本現場においてはN値50以上も予想されるためジェット1台にて設定する。振動は軽減されるが騒音について近隣に配慮する必要がある。多量(330ℓ/台)の水を使用する。 | ○                 | ¥263,842<br>(転用部材費は含まず) | 未施工  | 支持層への貫入は有効ではあるが、ヒッパリング方式を採用するに当たり振動が大きいため、先端金具が打設時に外れることがあり、また消費費が高価となる。        |
| 3  | 油圧式<br>バイプロハンマー<br>(BMK-60)            | 可変式超高周波<br>油圧式バイプロハンマー<br>(242Kw) |                                     | 0~580KN   | 油圧式バイプロは、超高周波の波動で杭を打込み引抜き地盤振動を軽減させる工法。地盤性状に合わせた最適周波数を操作により選定できる。一般的に <b>最大N値50程度を打込み上限</b> としている。  | ×                 | ¥213,000                | 中杭(13m)付近<br>にて打設不能<br><b>日当たり0本</b> 。                             | 起震力が小さいため、中間層にて打設不能となる。ウォータージェットを併用しても起震力が小さいため、時間のロスとウォータージェットの増設が必要となると考えられる。 |
| 4  | 油圧式<br>バイプロハンマー<br>(HV-300)            | 可変式超高周波<br>油圧式バイプロハンマー<br>(242Kw) |                                     | 389~929KN | 油圧式バイプロは、超高周波の波動で杭を打込み引抜き地盤振動を軽減させる工法。地盤性状に合わせた最適周波数を操作により選定できる。また新規製造された特殊機械のため、 <b>最大起震力が国内機では最大の機械</b> となる。   | △                 | ¥233,517                | 打込みは可能<br>但し支持層到達<br>時の時間が多<br>大。箇所により<br>打設不能もあり<br><b>日当たり1本</b> | 打設は可能だが値入長の確保するにあたり、1本当たりの施工時間が長時間となる。また、場所により打設不能となる。 <b>工程への影響が大きい</b> 。      |
| 5  | ウォータージェット併用<br>油圧式バイプロハンマー<br>(HV-300) | 可変式超高周波<br>油圧式バイプロハンマー<br>(242Kw) | ウォータージェット<br>(ヒッパリング方式)<br>330ℓ/min | 389~929KN | 油圧式バイプロ工法に、ウォータージェット併用し打込みを容易にし地盤振動を軽減する工法。一般的に <b>ジェット1台で最大N値50以上</b> を打込み範囲としている。振動は軽減されるが近隣への配慮は必要。多量(330ℓ/台)の水を使用する。長尺杭のため、ヒッパリング方式の特殊工法の採用が必要。                  | ◎                 | ¥381,548<br>(転用部材費は含まず) | 打込み可能<br>日当たり <b>3本程度</b> 。  | 最大起震力を利用し且つ補助工法のウォータージェットを併用することにより設計値入長への到達時間が大幅に低減できる。 <b>経済的には高価</b> である。    |



支持杭打設機械の経過



油圧バイブロ(242Kw起震力0~580KN)  
施工数0箇所/87箇所



電動バイブロ90Kw  
施工数17箇所/87箇所  
施工日数10日  
日当たり1.7箇所



油圧式可変高周波バイブロ  
(242Kw起震力389~929KN)  
施工数33箇所/87箇所  
施工日数23日  
日当たり1.43箇所



油圧式可変高周波バイブロ+WJ  
(242Kw起震力389~929KN)  
施工数37箇所/87箇所  
施工日数12日  
日当たり3.08箇所

|    | ⊙(KP1) | ⊙(KP2) | ⊙(KP3) | ⊙(KP4) | ⊙(KP5) |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 18 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 17 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 16 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 15 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 14 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 13 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 12 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 11 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 10 | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 9  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 8  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 7  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 6  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 5  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 4  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 3  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 2  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |
| 1  | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      | ⊕      |

下流 ↑

⊕ 電動バイブロ  
⊕ 油圧バイブロ  
⊕ 油圧バイブロ+WJ併用

支持杭施工日数 施工開始日 H29.10.20 施工終了日 H29.12.26  
実稼働日数 45日 日当たり平均1.93箇所 (87箇所/45日)

工程について

100tクローラークレーンは支持杭打設優先機として、搬入材料荷降ろしやその他部材取付は25tラフテレーンクレーンを常駐させ同日の中で複数の作業が出来るようにして12月中の施工完了に努めた結果12月28日20時に全作業を終了することが出来ました。



## おわりに

工事受注後、図面や詳細設計書類から支持杭打設箇所の土の種類とN値の数字から杭打設がこんなに困難で厳しい工程になるとは予想してませんでした。改めて、自然界のすごさを教えられました。

仮栈橋工事は当初から厳しい工程が更に厳しくなりまさに突貫工事の作業でありました。しかし、厳しい中で工程を守れた事と無事故無災害で工程内に無事完了できたのは、職長や作業員の方々の技術力の高さと発注者の助力あっての事だと思います。

また、夜間に及んだ作業もありましたが、地元の方々のご理解と御協力があったことです。本工事での経験を踏まえ、今後の現場管理に生かして生きたいと思います。心から感謝申し上げますとともに本当にありがとうございました。



着工前

仮栈橋完成



橋脚完成