

PC 波形矢板の施工法の開発

| | | |
|--------|---------|------|
| 技術本部 | 土木技術第二部 | 中井将博 |
| 四国営業支店 | | 清水昭彦 |
| 大阪支店 | PC 事業部 | 伊藤祐一 |
| 秦野製作所 | 関西工場 | 榎谷外喜 |

概要:平成 11 年当時 PC 波形矢板に関し主に次の課題があった。鋼矢板に対しコスト競争力で劣る。硬質地盤への打設が不可能である。に関して、設計・製造・施工の各々の観点から現工法を見直し、改善策の絞込みを行った。に関して、PC 波形矢板先端の強化およびその材質の選定を行った。本稿は、これらの検討結果に基づき新たに提案された先端金具方式に関し、平成 11 年から平成 15 年の約 5 年間に実施された部材要素試験結果、実証試験結果および実施工等の技術開発に関し報告するものである。

Key Words: PC 波形矢板, 先端金具方式, コスト縮減, 硬質地盤対応

1. はじめに

プレストレストコンクリート波形矢板(以下 PC 矢板と称す)は、昭和 56 に開発され、昭和 63 年に JIS 製品として認定されると共に、それ以降も改良・改善を重ね、国内外の港湾護岸・河川護岸・道路擁壁等に数多く採用されてきた。PC 矢板は、プレテンション方式で製造された工場製品であること、高強度コンクリート($f_{ck} = 70\text{N/mm}^2$)が採用されていることおよび断面形状が波形をしていることより下記の特長を有する。

曲げ剛性が大きく、特に突出長 3m 以上の自立矢板では鋼矢板と比較し、変位を小さく抑えることができる。コンクリートが密実であり、耐久性に優れている。

その反面、設計的には曲げ剛性が大きく鋼矢板に比較し根入れが長くなること、施工的には各打設地盤に適応した施工上のノウハウの有無が施工速度・施工精度を大きく左右することおよび部材重量の増加に伴い揚重機が大型化すること等の課題が顕在する。これらが原因となって、鋼矢板に比較しコスト高となり、営業競争力の低下・工事量の縮小・ノウハウ伝承機会の減少等の悪循環を招いていた。

そこで、この悪循環を打破するためにコスト縮減を第一の目的とし、設計・製造・施工の全ての面から見直しを行った。その結果、従来の JK パイプを使用した内配管ではない外配管の先端金具方式を改善策として提案した。先端金具方式は、PC 矢板先端を保護しウォータジェットを噴射するための中空三角形断面の先端金具(高強度鋳物:FCD450)を PC 矢板先端に装着し、その先端金具と外配管された導水用高強度ホースを接続金具によって連結するものである。本方式は材料費の低減・施工の簡便化・硬質地盤への打設性能の向上を図ったものである。従来の内配管方式と新規の外配管方式との比較を図-1 に示す。

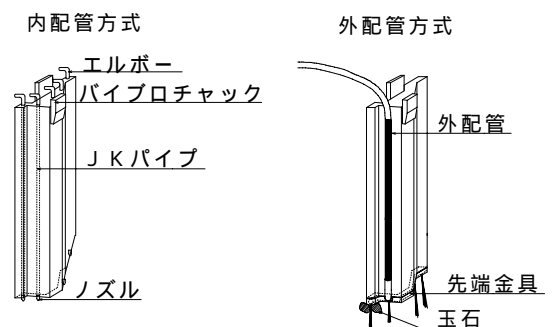


図-1 比較図



中井将博



清水昭彦



伊藤祐一



榎谷外喜

本報告は、開発に係るフィージビリティ・スタディ(以下 FS と称す)、開発全体の流れ、先端金具および接続金具に関する部材要素試験結果、実証試験結果並びに硬質地盤での実施工結果、先端金具方式の施工の手引き(案)について述べる。

2. 開発に係る FS

鋼矢板では、広幅型鋼矢板が開発されコスト縮減策が講じられている。そこで、鋼矢板との経済性の比較を行いどの程度のコスト縮減が今後必要であり、そのコスト縮減を行うために設計・製造・施工の各方面において如何なる方策が実行可能であるかの検討を行った。

(1) 鋼矢板との経済性の比較

同様な地盤条件下で断面設計を行いタイプの決定を行った。これまでの実績では PC 矢板長が 13m 以下のものがほとんどであり、矢板の長さは 11m 程度とした。比較検討は、抵抗曲げモーメントの大小により突出長が 3.5m および 2.5m に関して行った。鋼矢板のタイプは VL 型および広幅 w 型を、PC 矢板のタイプはそれらに対し SW - 400A および SW - 300 とした。また、防食の有無を考慮した経済性比較を表-1 に示す。

表-1 PC 矢板と鋼矢板との経済比較表

| | 比較例その1 (突出長 2.5m) | | | 比較例その2 (突出長 3.5m) | | |
|------|-------------------|------|----------|-------------------|-----|----------|
| | PC 矢板 | 鋼矢板 | 比率(PC/鋼) | PC 矢板 | 鋼矢板 | 比率(PC/鋼) |
| 防食無し | SW - 300 | 広幅 w | 1.18 | SW - 400A | L | 1.01 |
| 防食有り | | | 0.92 | | | 0.86 |

表-1 より、防食無しの場合、突出長が小さい比較例その1で約2割のコスト低減が必要である。突出長が大きい比較例その2ではほぼ同等であり、突出が大きくなるに従い PC 矢板が有利になることがわかる。また、防食有りの場合、突出部の防食費を考慮すると PC 矢板が安くなる。以上より、最も価格差の大きいケースに注目し、PC 矢板のコストを約2割低減することを目標とし、次に設計・製造・施工の面からコスト分析およびコスト縮減策の検討を行った。

(2) 設計・製造・施工におけるコスト縮減策

各面から検討を行ったコスト縮減シナリオを表-2 に示す。

表-2 コスト縮減シナリオ

| | 設計 | 製造 | 施工 |
|------|---|--|---|
| 課題 | 剛性が高く根入れ長が増加 | JK パイプ・止水材の直課費に占める割合が約2割 | ・重量が大きくハンドリング効率が低下 ・硬質地盤打設時、PC 矢板先端に損傷が発生 ・先行掘削工が必要であり作業効率が低下 ・PC 矢板頭部の欠け、目地開きが発生。 |
| 対策 | 断面の縮小 ・常時フルプレストレス ・引張鉄筋の省略 ・部材厚の低減 | JK パイプを使用する内配管から外配管への変更 | ・断面の縮小により軽量化 ・先端金具を設置し先端を防護 ・鋭角な形状、高強度な材質の先端金具の設置 ・頭部の面取り、導棒等架設治具の改良 |
| 検討事項 | 施工時の座屈の検討 | ・外配管の材質の検討 ・先端金具の設置用埋込み治具の検討 | ・先端金具の形状・材質の検討 ・先端金具と外配管を連結する回収可能な接続方法の検討 ・先端金具、接続具の価格の検討 |
| 検討方法 | 机上検討 | ・先端金具および接続具の試作品による部材要素試験 ・ボーリング調査を行った地盤に打設する実証試験 ・実施工での歩掛り調査および本方式の総合的検討 | |

以上より、特に製造面では JK パイプの直課費に占める割合が約2割と大きくコスト縮減の焦点であること、施工面では硬質地盤に打設できることが市場の拡大につながると思われる。

(3) FS の結果

以上の FS の結果、費用便益を考慮した上で先端金具方式を提案し、開発に移行した。PC 矢板の設計的な断面の縮小は机上検討のみとし、今回は製造および施工の改善によるコスト縮減を主眼とした試験を行った。

3. 開発全体の流れ

開発は大きく、先端金具の開発と接続具の開発に分けられる。各々に関し、要素試験・実証試験・実施工を行い、製品としての完成度の向上および製品化までの開発リードタイムの短縮に努めた。図-2に開発の流れを示す。

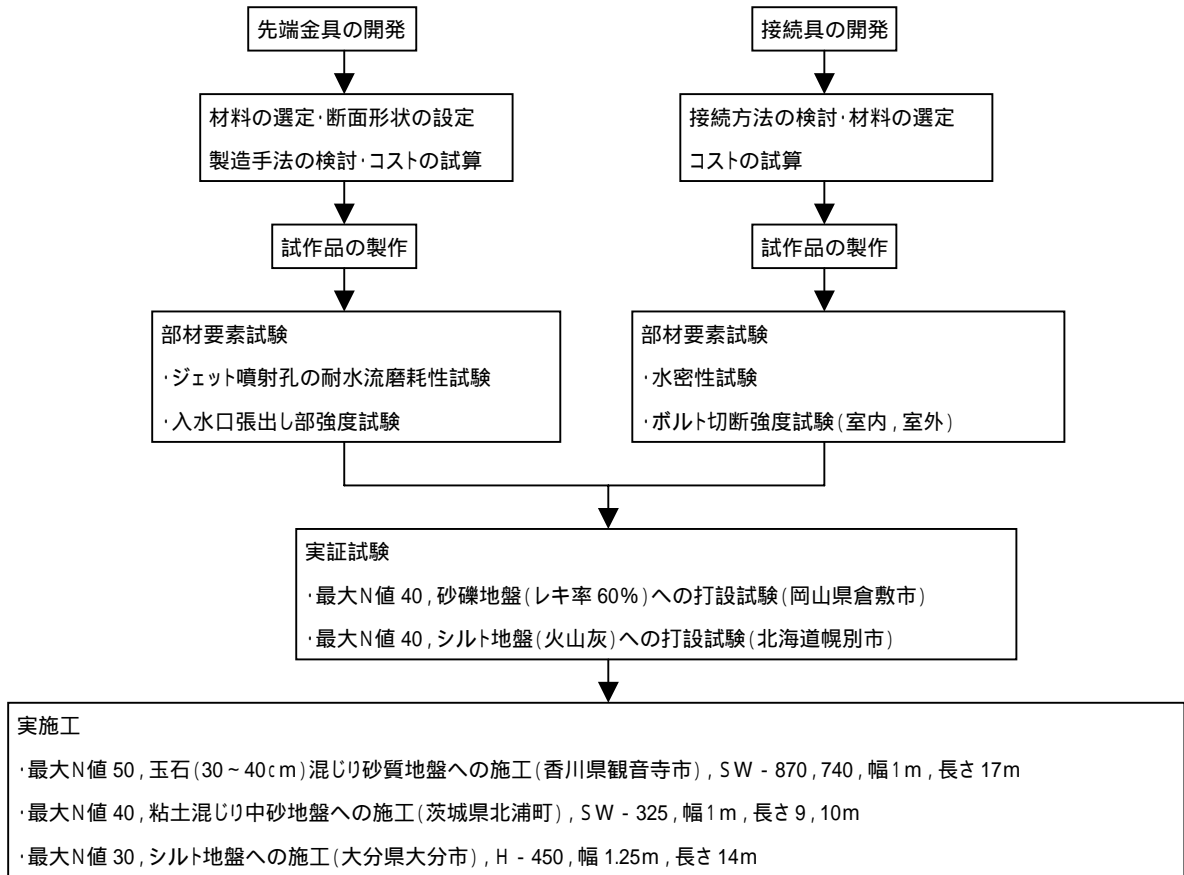


図-2 開発フロー図

4. 試験結果

3.の開発の流れに沿って行った試験結果を以下に報告する。

(1) 材料の選定, 断面形状の設定, 製造手法の検討

経済性および強度に対する要求性能を満足する材料の選定を行った最終結果を、表-3に示す。

表-3 材料特性値および形状寸法

| | 先端金具 ¹⁾ | 接続具 ¹⁾ | 外配管 ⁵⁾ |
|------|---|--|---|
| 材 料 | 球状黒鉛鑄鉄:FCD450 引張強度:450N/mm ² 以上 圧縮強度:1400~1700N/mm ² プリンネル硬さ:156~197 弾性係数:0.163~0.172MN/mm ² | 本 体:SS400 ボルト: 5もしくは6mm, SS400 相当品 | 高強度高圧ホース 内径:1+1/4in 許容引張荷重:100kN |
| 形状寸法 | ・一辺 75mm の正三角形で、内部に 32mm の中空部(通水部)を有する。 ・全ての種類の PC 矢板形状に適用できる。 ・噴射孔は完成後 5.9mm のキリで削孔する | 埋殺し部材と回収部材の2部材が3本のボルトによって結合されている | ホースの中間部に引抜き用金具を設置し、それをワイヤーにて引上げ、接続具のボルトを切断する |
| 写 真 |  |  |  |

先端金具の材料としては、高強度鋳物を選定した。理由は、数量スケースメリットをコストに反映できる。ロストフォーム工法という特殊な鋳込み方法により製造費が安価である。N値40以上の硬質地盤に対応できる高強度を発現できる。球状黒鉛鋳鉄であり靱性がある。断面形状は方向性の無い正三角形とし、内部には外配管と同径の通水用中空部を有する。先端金具の肉厚は15MPaの水圧に耐えられるものとし、一辺の寸法はPC矢板の部材厚および鋳込み時の変形を考慮して75mmとした。噴射孔の径は、従来のノズル径同様5.9mmとした。孔数は土質条件によって、掘削影響範囲、水の逸散および水量と水圧の関係を検討し決定する。

(2) 先端金具および接続具の要素試験

(1)で選定された材料により試作品を製造し、先端金具および接続具に要求される性能に対する検証を繰り返し行った。確認事項は、先端金具で耐圧性・耐久性・耐衝撃性等であり、接続具で水密性・ボルトによる接合強度等である。表-4に要素実験の概要を示す。

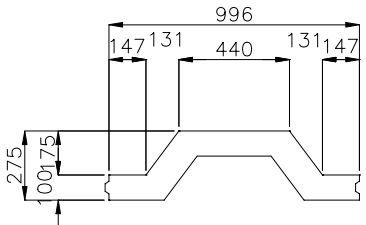
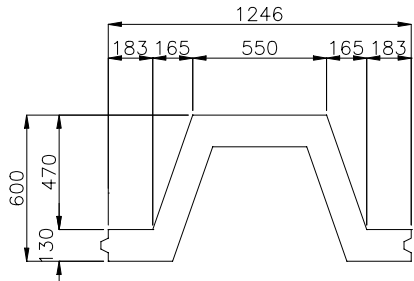
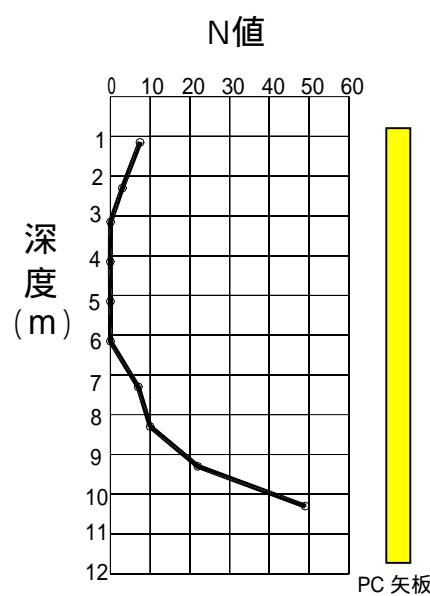
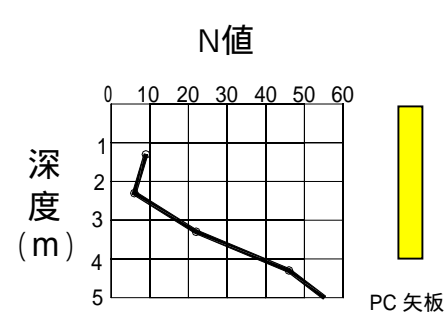
表-4 要素試験の概要

| | 先端金具 | | 接続具 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|----|--------|-----|---------------|-----|-------------|-----|--------------|-----|----|-----|----------|-----|--|----|----|-------|----|--------|----|--------|----|-------|----|--------|
| | ジェット噴射孔の耐水流磨耗試験 ¹⁾ | 入水口張出し部の強度試験 ²⁾ | 水密性試験 ¹⁾ | ボルト切断強度試験 ¹⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 試験目的 | 先端金具の耐圧性、耐久性、水圧損失を確認した。 | 玉石混じり地盤への打設に対する耐衝撃性を確認した。 | 水圧15MPaでの接続具の耐水密性を確認した。 | 接続具回収時の破断強度および打設時の周面摩擦により生じる引張力に対する強度の確認した。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 試験方法 | ウォータージェットポンプ: SJ-400 最大吐出圧力: 15MPa 最大吐出量: 1200リットル/min 削孔径: 5.0mm 孔数: 6孔 | 入水孔張出し部の原寸モデルを製作し、技術研究所のアムスラーにより静的に載荷を行った。 | ウォータージェットポンプ: SJ-125 最大吐出圧力: 15MPa 最大吐出量: 325リットル/min 削孔径: 5.0mm 孔数: 1孔 | ・室内試験: 神戸工業試験所に接続具を使用しボルトの破断強度を測定した。 ・室外試験: 左記水密性試験終了後、現場で回収側接続具をクレーンにて引張り、破断荷重を計測した。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 試験内容 | ・水圧を5~15MPaまで段階的に上昇させ、目視にて耐圧性を観察した。 ・その後、15MPaで30分間の連続噴射を行い、孔径の変化を観察した。 | 供試体は下記に示す。 | 実際と同様に、先端金具と外配管を接続具(ボルト接合: ボルト径5mm, 3本の場合および径6mm, 3本の場合)で連結し、水圧15MPaで2時間ウォータージェットを噴射し、耐水密性・耐水圧・耐久性を観察した。 | 供試体数は下記に示す。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>個数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>プロトタイプ</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>鉄板補強(付け根部)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5mm増厚(付け根部)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>10mm増厚(付け根部)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>台形</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>10mm増厚台形</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | | 種類 | 個数 | プロトタイプ | 3 | 鉄板補強(付け根部) | 3 | 5mm増厚(付け根部) | 3 | 10mm増厚(付け根部) | 3 | 台形 | 3 | 10mm増厚台形 | 3 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>個数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>室内試験</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5mm*3本</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>6mm*3本</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>室外試験</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5mm*3本</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>6mm*3本</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> | 種類 | 個数 | 室内試験 | | 5mm*3本 | 3 | 6mm*3本 | 3 | 室外試験 | | 5mm*3本 |
| 種類 | 個数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| プロトタイプ | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 鉄板補強(付け根部) | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5mm増厚(付け根部) | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10mm増厚(付け根部) | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 台形 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10mm増厚台形 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 種類 | 個数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 室内試験 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5mm*3本 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6mm*3本 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 室外試験 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5mm*3本 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6mm*3本 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 試験結果 | 耐圧性・耐久性・・・漏水・亀裂・破損は生じなかった。 耐磨耗性・・・孔径の拡大は生じなかった。 水圧損失・・・流量係数C=0.7であり若干損失が大きい。 | 破壊荷重の平均値を下記に示す。 | 耐圧性・耐久性・・・漏水・亀裂・破損は生じなかった。 耐水密性・・・目地部等からの漏水は観察されなかった。 | 破壊荷重の平均値を下記に示す。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>kN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>プロトタイプ</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>鉄板補強(付け根部)5mm</td> <td>168</td> </tr> <tr> <td>5mm増厚(付け根部)</td> <td>207</td> </tr> <tr> <td>10mm増厚(付け根部)</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>台形</td> <td>272</td> </tr> <tr> <td>10mm増厚台形</td> <td>361</td> </tr> </tbody> </table> | | 種類 | kN | プロトタイプ | 140 | 鉄板補強(付け根部)5mm | 168 | 5mm増厚(付け根部) | 207 | 10mm増厚(付け根部) | 210 | 台形 | 272 | 10mm増厚台形 | 361 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>kN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>室内5mm</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>室内6mm</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>室外5mm</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>室外6mm</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table> | 種類 | kN | 室内5mm | 23 | 室内6mm | 33 | 室外5mm | 15 | 室外6mm | 23 | |
| 種類 | kN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| プロトタイプ | 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 鉄板補強(付け根部)5mm | 168 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5mm増厚(付け根部) | 207 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10mm増厚(付け根部) | 210 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 台形 | 272 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10mm増厚台形 | 361 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 種類 | kN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 室内5mm | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 室内6mm | 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 室外5mm | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 室外6mm | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 写真 |  |  |  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(3) 実証施工試験

(1)で要求性能が検証された先端金具および接続具を使用し、下記の2ケースの実証施工試験を行った。2ケースとも最大N値40の硬質地盤である。試験の諸条件および試験結果を表-5に示す。

表-5 実証施工試験の諸条件および試験結果

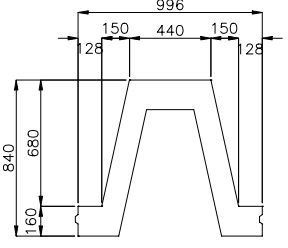
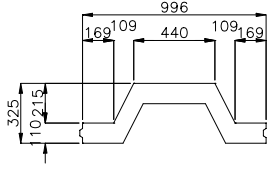
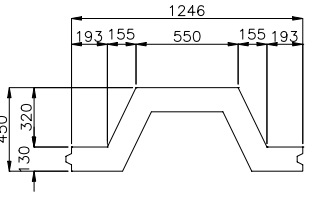
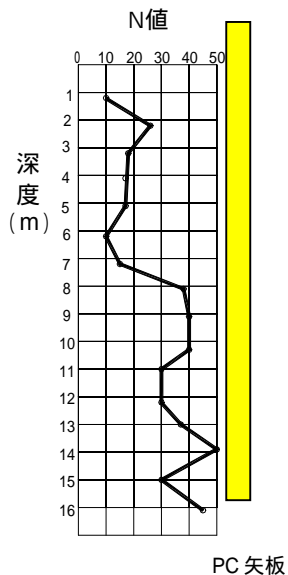
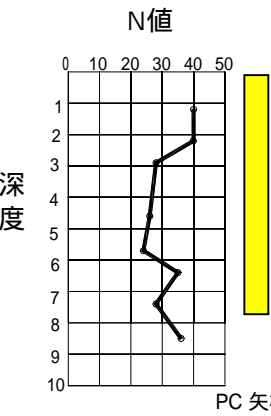
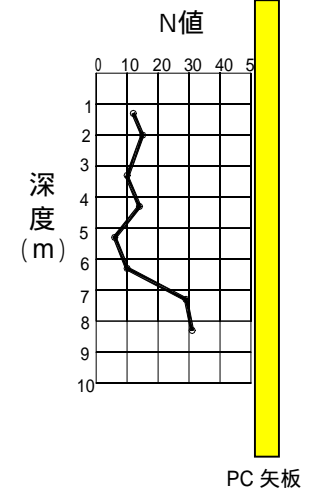
| | 最大N値40, 砂礫地盤(レキ率60%) ³⁾ | 最大N値40, シルト地盤(火山灰) ⁴⁾ | |
|------------------------|--|--|--|
| PC矢板の種類 | SW 275(幅1m)  | H-600(幅1.25m)  | |
| ウォータージェットポンプ パイロハンマ | SJ-330E*1台 60kW(電動) | SJ-125E*3台 120kW(電動) | |
| 柱状図 |  N値 深度(m) PC 矢板 |  N値 深度(m) PC 矢板 | |
| 試験結果 | 打設時の状況 | 地表面より約7mまでの砂質シルト層では、ジェット水と共に砂がPC矢板によって上昇し、体積置換が行われていたことが観察されたが、9m以深の砂礫層(レキ混入率60%)では、ジェット水の上昇が止まり、地層への逸水が顕著となったと思われる。と同時に打込み速度も顕著に低下した。 | N値40以上であったが、シルト地盤であったため、ジェット水の地層への逸水も無く、終始ジェット水がPC矢板に沿って上昇し、スムーズな体積置換および打設が行われた。 |
| | 打込み時間 | 最大N値40, 打設速度:33min/m | 最大N値40, 打設速度:10min/m |
| | 打設後の先端金具の損傷状況 | 打設後引上げ確認した。先端金具には損傷は確認されなかった。PC矢板本体に一部磨耗が生じていた。 | 打設後引上げ確認した。先端金具およびPC矢板本体に損傷は確認されなかった。 |
| | 接続具の性能 | 今回は先端金具に直接接続されていたため、検証は行われなかった。 | 打設中、ボルトの破断は生じなかった。打設終了後、外配管回収時のボルト(5mm*3本)切断荷重は約2tであり、計算値通りであった。 |

先端金具の設置により、これまでパイロット矢板により先行掘削が必要であった硬質地盤において、直にPC矢板の打設が可能となった。また、PC矢板先端に大きい損傷は生じなかった。打設中、接続具のボルトの切断は無く、外配管回収時の切断荷重は計算値と同程度であった。

(4) 実施工

下記硬質地盤3ケースの打設結果を表-6に示す。特に、最大N値50の玉石混じり地盤への施工では、先端金具に玉石が当りその衝撃で張出し部が破損したため、その部分の補強対策を行った。その他の2ケースはに関しては、先行掘削の必要もなく順調に打設が完了した。

表-6 実施工の諸条件および結果

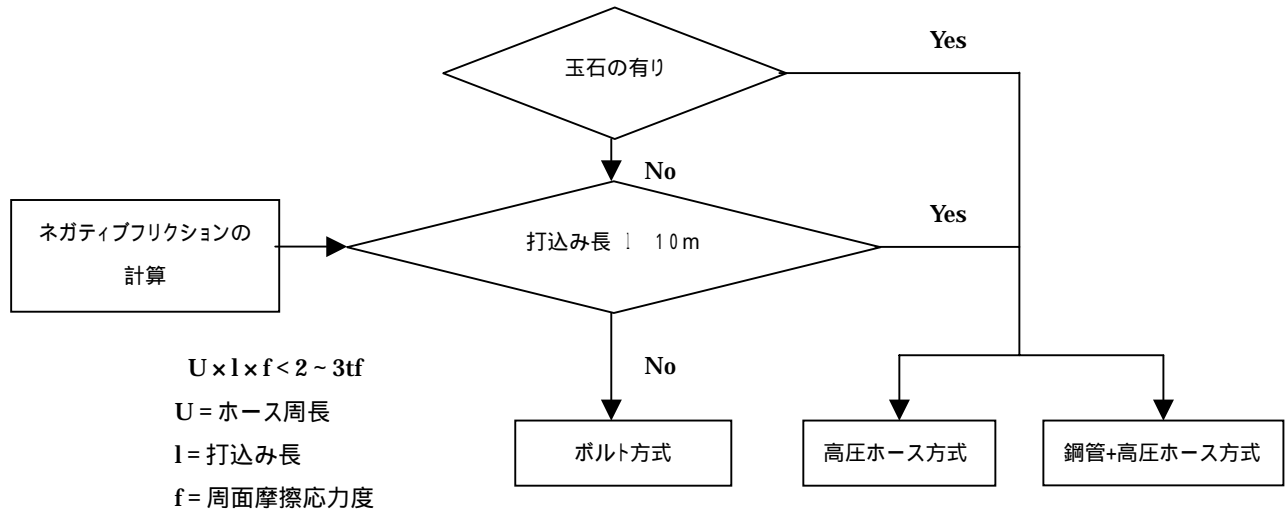
| | 最大N値50,玉石混じり地盤 ⁵⁾ | 最大N値40,粘土混じり中砂地盤 ⁶⁾ | 最大N値30以上,シルト地盤 ⁷⁾ |
|-------------|---|--|--|
| PC矢板の種類 | SW - 840, 740 - C50, 長さ 17m, 重量 75kN  | SW - 325A, 長さ 9.5m, 重量 31.5kN  | H - 450, 長さ 14m, 75kN  |
| ウォータジェットポンプ | JS-330E 1台 SJ-300E 1台 | AT-330ES-V 1台 | SJ - 125 3台 |
| パイロハンマ | 120kw (電動) | 315PS(油圧ピストン):60kw相当 | 90kw (電動) |
| 柱状図 |  PC 矢板 |  PC 矢板 |  PC 矢板 |
| 打設状況 | N 値 10~20 の砂質地盤へ 6.5m, N 値 30~50 の砂礫層への約 8m, 合計 14.5mの打設。既設護岸下から流入した径 30cm の玉石の出現等非常に厳しい条件下での施工であった。オーガによる先行掘削を行い先端金具および接続具の補強を行った。 | N 値 20~40 の粘土混じり中砂および些細砂層への約 8mの打設。ジェット水の上昇により砂との体積置換が行われていた。粘土質で地盤が自立するため PC 矢板先端にジェット水による空洞が生じた。最終打込み深さの 1m手前でジェット水の噴射圧を低下させた。 | N 値 10~30 のシルト質砂への 10mの打設。PC 矢板と同断面のパイロット矢板にて約 4m先行掘削されており、その間は自沈した。先行打設されたパイロット矢板と既設の PC 矢板の間に PC 矢板を打設し、パイロット矢板を定規として利用した。 |
| 打設時間 | 先行掘削 | 掘削:オーガ-径 400*3個所/m 当たり | 無し |
| | 準備時間 | 13 | 14 |
| 分 | 建込み時間 | 12(吊込み,チャック設置等) | 13 |
| | 打込み時間 | 18(6~8mは自沈,残り8m分) | 25 |
| 合計 | 43(先行掘削は含まず) | 52 | 41(先行掘削は含まず) |
| 先端金具の損傷 | 残存した玉石に接触し入水孔部が破損した。以降,10mm 増厚台形タイプを使用した。 | プロトタイプで特に支障無し。 | プロトタイプで特に支障無し。 |
| 接続具の性能 | 硬質地盤へ打設中,外配管の周面摩擦が増大し,押込み時にボルトの破断荷重以上の荷重が作用し,ボルトが切断した。接続具を破断荷重が 50kN の高圧ホースに交換した。 | 5mm*3 本で連結した。打設中の破断は無かった。打設終了後の回収時の分離荷重は約 20kN であった。 | 5mm*3 本で連結した。打設中の破断は無かった。打設終了後の回収時の分離荷重は約 20kN であった。 |

5. 先端金具方式の施工の手引き(案)

以上の試験結果および実施工から得られたデータ・知見に基づき作成された施工の手引き(案)を以下に示す。

(1) 接続具の選定

接続具の選定は、土質条件および打込み長を考慮して行わなければならない。



ボルト方式: 5or6mmのボルト3本によって、接続具を連結するもので、約2~3tfの引張力で破断する。せん断力はせん断キーにて受け持つ。

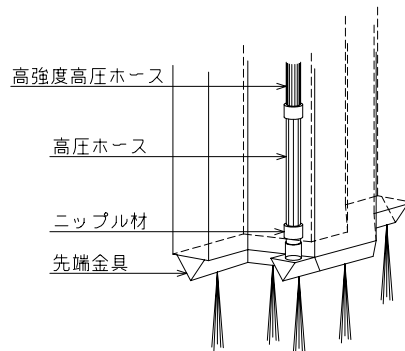
高圧ホース方式: 高圧ホースによって接続し、約5~6tfでかしめ部分の引抜けにより破断する。

鋼管+高圧ホース方式: 打込み長が14.5mと長くかつ土質条件が硬質地盤の場合、高圧ホース周囲の摩擦により生じる引張力によって接続具が分離する可能性がある。このため、高圧ホースの地中部の長さを低減するために、途中まで外配管として鋼管を設置する。

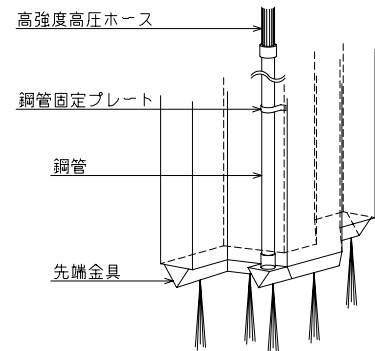
ボルト方式



高圧ホース方式

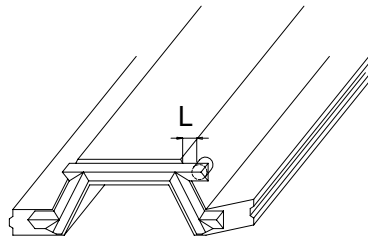


鋼管+高圧ホース方式

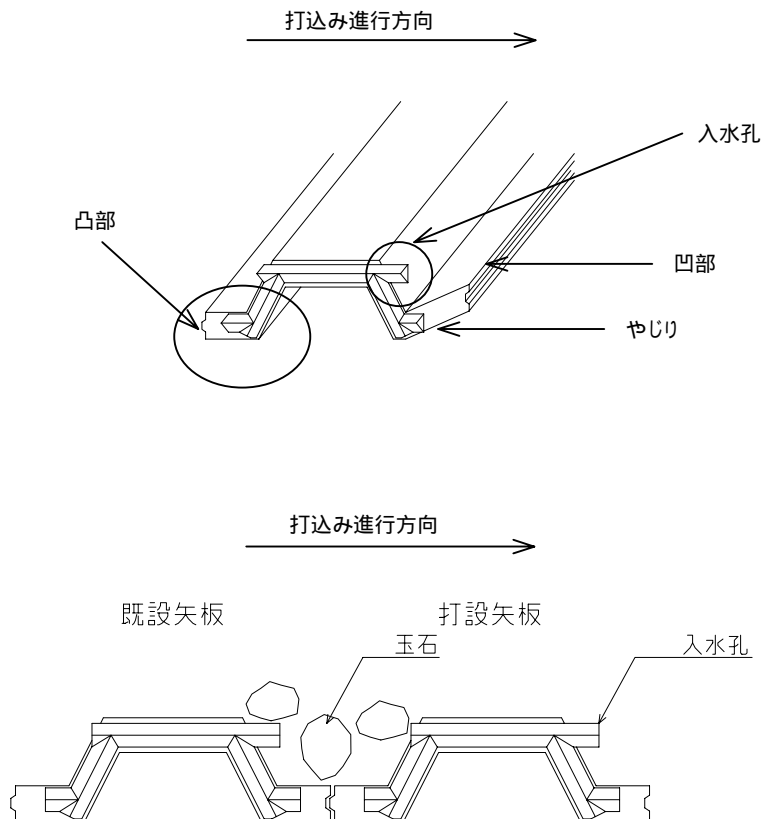


(2) 先端金具設置時の注意点

- a) 先端金具の矢板への固定時、入水孔と矢板本体との間隔を規定通りとする。
 b) 入水孔は、矢板打込み進行方向側に必ず設置しなければならない。
 a) 間隔(L)が狭いと、埋め殺し金具の取り付けが困難になる。



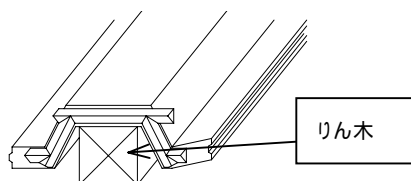
- b) 反対側に設置された場合、既設矢板との閉塞空間となり、玉石が出現した場合、破損の原因となる。



(3) 打設時の注意事項

- a) 矢板吊りおこし時、先端金具に荷がかからないように、りん木、吊り金具等を使用しなければならない。
 b) 吊り込み時、打設時に接続具に引張力がかからないように、ホースのたるみを確認する人を必ず配置しなければならない。
 c) 打設時、ホースを矢板打込み速度と同じく地中へ送り込まなければならない。
 d) 土質条件を考慮し、1本当たりの打込み時間を算定し、それに十分な水タンクを用意する。
 e) 1本目は、x、y両方向の倒れ精度管理し、できる限り正確に打ち込まなければならない。
 f) 1本目打設後、6時間程度待ち、2本目を打設することを原則とする。
 g) 最終打込み高さ手前でジェットの噴射圧を下げる。何 m 手前かは土質によって異なる。
 h) 接続具の切断時は鉛直に引かななければならない。
 i) 施工中、転用金具およびホースの損傷の有無を毎回確認しなければならない。損傷の有る場合は、すみやかに交換する。

a) 右に参考例を示す



b) 高圧ホースが引張られることにより接続具に負荷が生じ破断することがある。

c) 特に粘性土およびN値40以上の場合、矢板押し込み時高圧ホース周囲のネガティブフリクションにより、接続具に負荷が生じ破断することがある。破断した場合は、PC矢板を引上げ接続具をすみやかに交換する。

d) 硬質地盤の場合(N値30~40以上)は、3~5分/mかかり、1本の打込みに40~50分かかることがある。よって、
ex) $9001 / \text{min} \times 40 = 36\text{m}^3$ 以上必要

e) 1本目が基準となるため、時間がかかっても正確に打ち込む。

f) 2本目の打設精度を向上させるために、1本目打設後周面地盤の乱れが沈静化するのを待つ。

g) ジェットによって先行して土が掘削されるため、ある程度手前でジェットの噴射圧を下げる。特に粘性土の場合は自立するので、パイロチャック解放後、矢板が自沈する。ただし、ジェットの噴射を完全に停止してしまうとジェットの噴射孔に土が詰まってしまう可能性があるため、停止するのは完全に打込みが完了した後に行う。

h) 引抜きは、引抜き用の中間金具を使用しクレーンにて引張る。

i) 転用する高強度高圧ホースは、100回程度の転用が可能といわれているが、毎回確認することを原則とする。

6. まとめ

PC矢板のコスト低減および硬質地盤対応工法の確立を目的とし、材料選定のための性能試験、各種地盤に対する実証試験および実施工を行った。その結果、下記の事項が検証された。

(1) 先端金物は、水圧および打込み時の衝撃(最大N値50の硬質地盤)に対して十分に耐力・耐久性を有している。特に、玉石混じりの地盤に対しても補強され、施工可能である。但し、その場合オーガの先行掘削が前提である。

(2) 接続具は、打込み時の衝撃および外配管周囲の摩擦によって生じる引張力(ネガティブフリクション)に対して十分に耐力を有し、また、ほぼ設計値通りの引張力によって外配管を回収することが可能であった。玉石混じりの地盤に対しては、接続具として外配管とは別途、通常の高圧ホースを使用することにより、施工可能である。但し、打込み長が14.5mと長い場合は、鋼管+高圧ホース方式とする。

(3) 地盤条件を考慮した施工の手引きおよび歩掛り等を作成した。

今後、支店の協力を得て、施工実績の積重ねによる施工の手引きの充実および歩掛りの精度向上に努めたい。また、今年日本コンクリート矢板工業会として本工法のNETISへの登録を行った「PC矢板先端金具工法」<SK-030012>。

謝辞

実施工の機会を与えて頂きかつ真摯にご指導頂いた香川県西讃土木事務所様、茨城県鉾田土木事務所様、並びに大分県大分土木事務所様に深謝の意を表します。また、先端金具の試作およびその改良に鋭意協力して頂いたトーテツ産業(株)様および接続具の試作、試験および実施工に協力して頂いた(株)秦野製作所様お礼申し上げます。

参考文献

- 1) PC矢板用外付けジェット方式の開発試験報告書、2000~2003
- 2) 先端金具改良効果試験報告書、2003
- 3) PC矢板用外付けジェット方式の開発報告書(PC矢板の実証公開試験)、2001
- 4) 港湾PC構造物研究会: 港湾用PC矢板の打込み実験報告書
- 5) 観音寺港港湾統合補助工事物場建設工事歩掛り調査資料
- 6) 茨城県合併道路改良工事歩掛り調査資料
- 7) 大分県河川改修工事歩掛り調査資料