

鋼管矢板工法に関する研究(その2)

—鋼管矢板井筒基礎の鉛直施工精度—

小 粥 庸 夫

§ 1. 序 論

第1報¹⁾では“鋼管矢板井筒基礎の一体性と継手のせん断抵抗”について検討し、①プレパクト・モルタルを注入した鋼管矢板井筒継手部のせん断抵抗はプレパクト・モルタルと継手鋼管の付着抵抗によって決まり、②頂版を設けプレパクト・モルタルを注入することは鋼管矢板井筒の剛性を高めるのに有効な方法であることなどを明らかにした。

ところが、これらのことは、出来上がった鋼管矢板井筒の継手鋼管相互の連続性が確保されていることが前提となつてはじめて成立つことである。地中に矢板鋼管を打込む場合は、途中で貫入困難な地層があったり、打込深度が深いなどの原因により、隣り合った矢板鋼管がおのおの異なった方向へ大きく傾斜し、継手鋼管相互の連続性が確保されないことも考えられる。

そこで第2報では、大阪木津川川岸で行なつた現場実測²⁾ならびに北海道石狩川川岸の鋼管矢板井筒の現場実測の結果をもとに、打込まれた矢板鋼管の傾斜について検討した。

その結果、矢板鋼管の傾斜角は、PIPクイ、PCクイおよびRCクイなどの傾斜角よりはるかに小さく、単クイとして入念に打込まれた鋼管クイの傾斜角のおよそ $\frac{1}{2}$ になり、管内掘削時の観察なども合わせ考えると継手鋼管相互の連続性に著しい影響を与えるような損傷が生じる可能性は少ないことが明らかになった。

§ 2. 2つの現場実測例

2.1 大阪木津川川岸の現場実測

本実測は、木津川河口の千本松橋架設に先立って行なわれた現場実験の一部である。

現場は図-1に示すように木津川右岸で、土質は図-2に示すように-2mまでは盛土、-2m~8mはN



図-1 現場案内

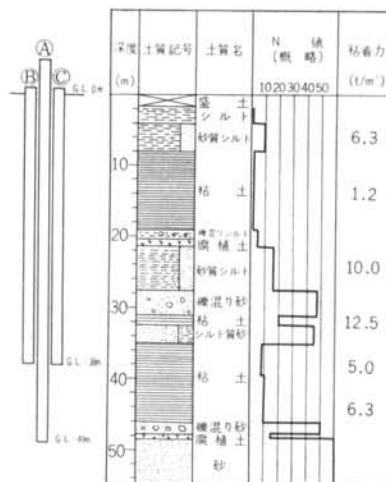


図-2 土質

項目 矢板鋼管	深度 m	ハンマー落下高 Hcm	貫入量 Scm	リバウンド量 Kcm	動的支持力 $R_u = 2ef \cdot W \cdot H / (S + K/2)$ ton
Ⓐ	-30.0	250	1.0	1.0	1,180
Ⓑ	-30.0	250	1.5	1.1	860
Ⓒ	-30.0	260	1.4	1.4	910

表-1

値2～10のシルトまたは砂質シルト，-8m～-19mはN値2程度の軟弱粘土，-19m～-27mは途中に礫混りシルトまたは腐植土をはさんだN値16程度の硬い砂質シルト，-27m～-35mは途中に粘土をはさんだN値45程度の砂礫でいわゆる第1天満層といわれているものであり，それ以深は-46mまでN値8～10の粘土，-46m以深はN値50以上の砂礫または砂である。

実験用鋼管矢板は図-3に示すようにⒶ，Ⓑ，Ⓒ3本の矢板鋼管から構成され，Ⓐはφ812.8×t12.7×ℓ54,000 ⒷならびにⒸはφ812.8×t12.7×ℓ39,000である。

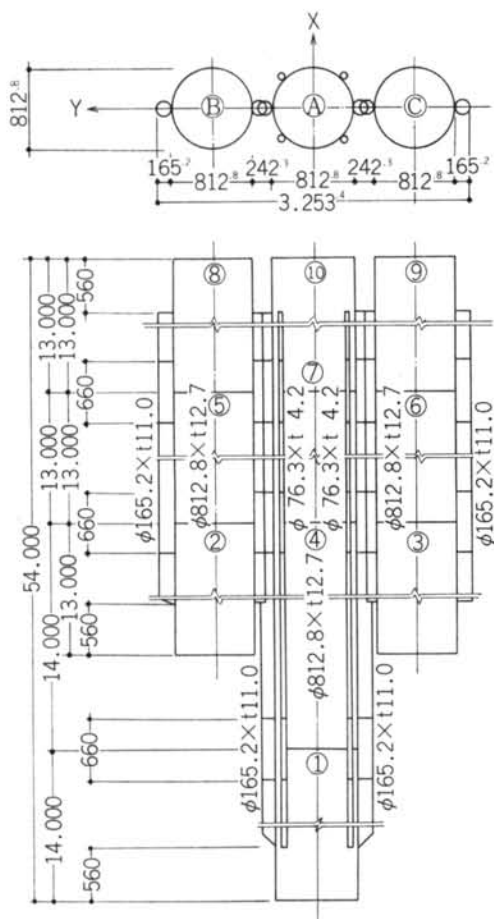


図-3 実験用鋼管矢板

打込みは図-3に示す①～④（この数字の順に打込んだ）の矢板鋼管をVM2-5,000型パイプロンハンマー1台で行ない，⑤～⑩の矢板鋼管をMB-70型ディーゼル・パイル・ハンマーで行なった。打込深度はⒶが-49m，ⒷならびにⒸが-38mであり，打止時の貫入量，リバウンド量およびハンマー落下高は表-1に示すとおりである。

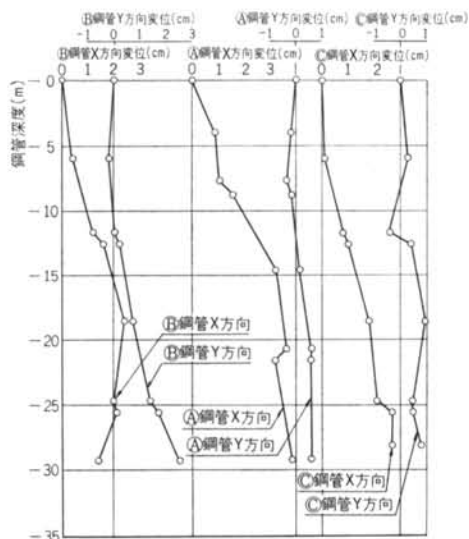


図-4 立面から見た“鋼管深度～水平変位”の関係

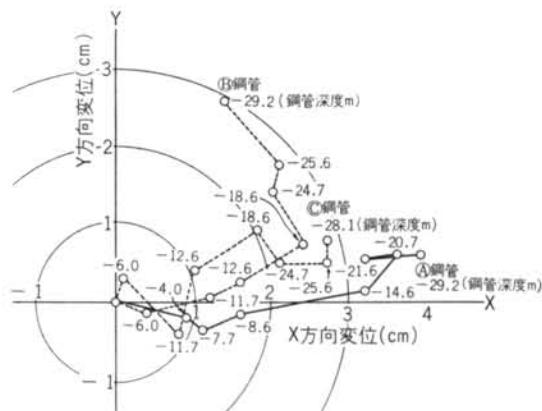


図-5 平面から見た“鋼管深度～水平変位”の関係

矢板鋼管の傾斜は管内掘削して重さ2kgの下げ振りにより直接肉眼で実測した。実測結果は図-4と図-5に示す通りである。

2.2 北海道石狩川岸の現場実測

本実測は、石狩川河口に架設する石狩河口橋3P基礎の鋼管矢板井筒で行なった。

現場は図-6に示すように石狩川左岸で、その土質は図-7に示すように表土の下-19mまではN値15~39の砂またはシルト混り砂、-19m~-23mはN値8の粘土、-23m~-49mはN値10~15の砂、シルトあるいは粘土の入混った互層になっており、-49m~66mはN値40以上の砂または砂礫で、なかでも-56m~-66mはよく締まっている。そして、-66m以深はN値12~24のシルトまたは粘土が続いている。

3P基礎は、図-8に示すように①、②、③、④4種類計55本の矢板鋼管から構成され、①は継手鋼管なしの $\phi 812.8 \times (t 16.0 \times l 10,000 + t 12.7 \times l 10,000 + t 9.5 \times l 10,000 + t 9.5 \times l 12,000)$ 、②ならびに③は継手

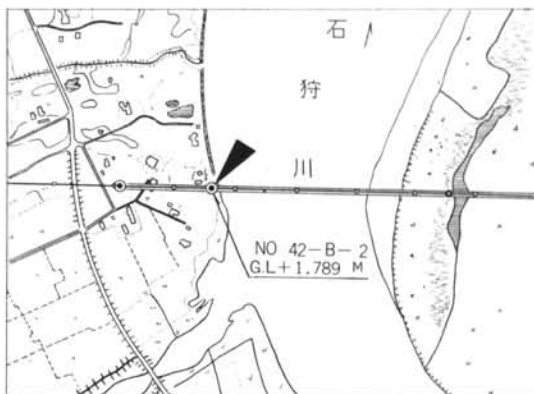


図-6 現場案内

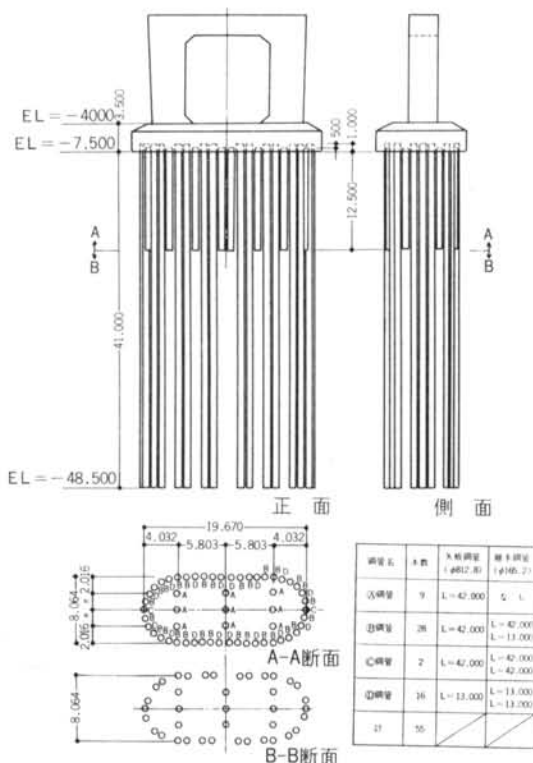


図-8 鋼管矢板基礎 (3P基礎)

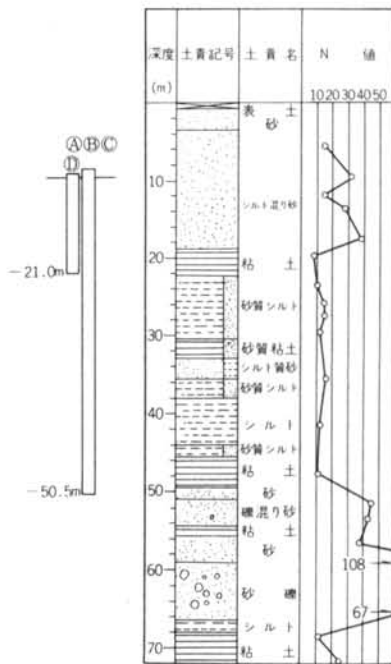
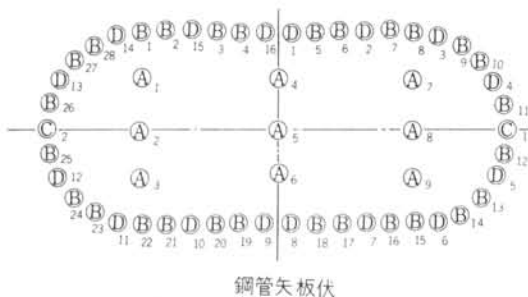
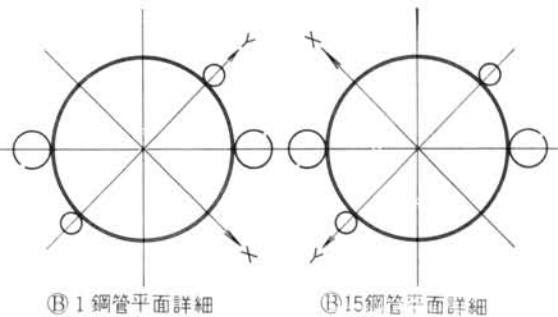


図-7 土質



鋼管矢板伏



Ⓑ1 鋼管平面詳細

Ⓑ15 鋼管平面詳細

図-9 実測鋼管 (Ⓑ・1 鋼管Ⓑ・15 鋼管) の平面詳細



写真-1 Ⓑ・1 鋼管実測状況



写真-2 Ⓑ・15 鋼管実測状況

鋼管付 $\phi 812.8 \times (t 16.0 \times \ell 10,000 + t 12.7 \times \ell 1,000 + t 9.5 \times \ell 10,000 + t 9.5 \times \ell 12,000)$, Ⓑは $\phi 812.8 \times t 12.7 \times \ell 13,000$ である。

打込みは図-8に示すⒷ, Ⓒ, Ⓓの一本目をすべて所定の位置に建込み, 継手鋼管相互のかみ合わせと鋼管の鉛直性を確認した後, M-40型ディーゼルパイルハンマーで順次行なった。

矢板鋼管の傾斜は, 図-9に示すようにⒷ・1, Ⓑ・15の2本について, あらかじめ溶接した傾斜実測用ガイドパイプ $\phi 76.3 \times t 5.2 \times \ell 42,000$ に写真-1ならびに写真-2に示すように坂田式差動トランス型傾斜計を挿入して行なった。

実測結果は, 図-10ならびに図-11に示すとうりである。

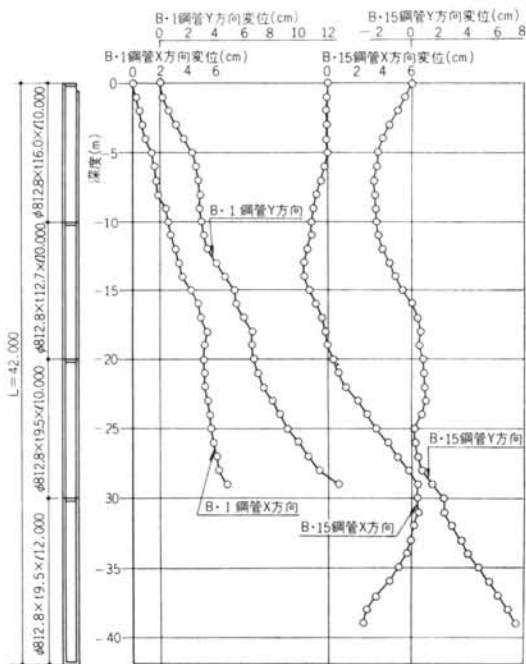


図-10 立面から見た“鋼管深度～水平変位”の関係

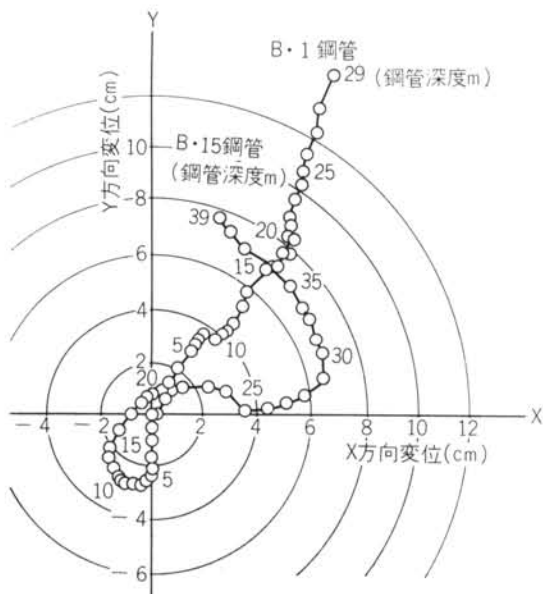


図-11 平面から見た「鋼管深度～水平変位」の関係

§ 3. 考察

木津川現場と石狩川現場はいずれも大河の河口にあり軟弱な沖積層の発達したところで、両現場の支持層はおのおの-49mならびに-50.5mのいずれも砂礫層である。両現場とも支持層までの中間層は単に軟弱粘性土のみではなくところどころシルト層や砂層あるいは砂礫層をはさんでおり、なかでも木津川現場は-27mから-35m間にN値45程度の締った砂礫層をはさみ、この層を打抜く時のハンマー落下高、貫入量およびリバウンド量は表-2に示すようにおのおのおよそ250cm、1.3cmおよび1.2cmとなりそれ程容易に貫入するところではない。また、石狩川現場においても上部-19mまでは中位に締った砂層があり、この層が鋼管の打撃による振動で締ってきたため次第に貫入量が小さくなっている。

加えて、鋼管矢板長は木津川現場が54m、石狩川現場が42mで普通の鋼管クイと比較しても長い方である。

これらのことから、両現場はそれ程打込施工が容易な現場ではないと考えられる。

傾斜については、木津川現場が図-4ならびに図-5に示すように④鋼管が深度-29.2mでX方向変位+3.9cm Y方向変位+0.6cm傾斜角 0.135×10^{-2} ラジアン、⑧鋼管が深度-29.2mでX方向変位+1.4cm Y方向変位2.5cm傾斜角 0.105×10^{-2} ラジアン、③鋼管が深度-28.1mでX方向変位+2.7cm Y方向変位+0.8cm傾斜角 0.100×10^{-2} ラジアンである。傾斜の方向は、④⑧③鋼管ともほぼ同様な傾向を示している。石狩川現場は、図-10ならびに図-11に示すように⑧・1鋼管が深度-29.0mでX方向変位+6.8cm Y方向変位+12.7cm傾斜角 0.485×10^{-2} ラジアン、⑧・15鋼管が深度-39.0mでX方向変位+2.5cm Y方向変位+7.5cm傾斜角 0.195×10^{-2} ラジアンである。

これらの傾斜角をPIPクイ、PCクイ、RCクイおよび鋼管クイなど他種クイの傾斜角と比較して、クイの細長比L/R（座屈理論で用いる細長比とはちがう）とクイ傾斜角の関係を示すと図-12のようになる。

PIPクイは場所打ちクイの例として選んだものであり、条件が異なった数現場の詳細な調査結果³⁾によると図-12に示すようにおよそ $0.5 \times 10^{-2} \sim 2.0 \times 10^{-2}$ ラジアン

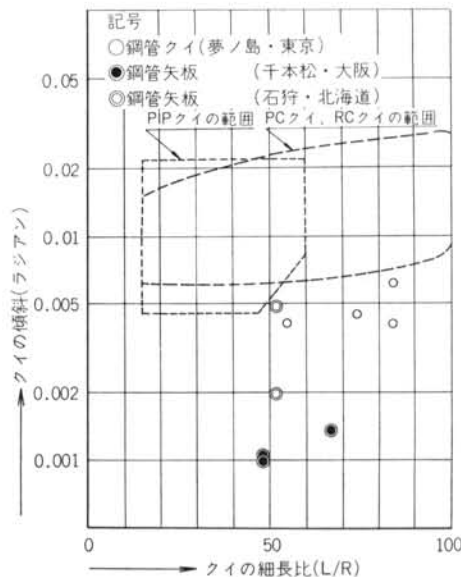


図-12 各種クイの「クイの細長比～クイの傾斜」の関係

項目	深 度 m	ハンマー落下高 Hcm	貫入量 Scm	リバウンド量 Kcm	動的支持力 $R_u = 2ef \cdot W \cdot H / (S + K/2)$ ton
矢板鋼管					
④	-49.0	320	0.5	1.8	1,620
⑧	-38.0	240	1.9	1.0	790
③	-38.0	220	2.4	0.6	580

表-2

ンとなる。P CクイならびにR Cクイは既製コンクリートクイの例として選んだものであり、筆者の実測結果ならびに既往の文献⁴⁾などによるとおよそ $0.6 \times 10^{-2} \sim 3.0 \times 10^{-2}$ ラジアンとなる。鋼管クイの例は鋼管矢板を単独で打込んだ場合に相当すると考えられ、東京夢ノ島で行なわれた試験工事⁵⁾の実測結果を参考にした。この鋼管クイは $\phi 609.6 \times t 12.7 \times \ell 51,000$ 2本、 $\phi 609.6 \times t 12.7 \times \ell 45,000$ 1本、 $\phi 711.2 \times t 12.7 \times \ell 39,000$ 1本、合計4本でM-40型ディーゼルパイルハンマーで細砂層またはシルト層まで打込まれており、試験工事として行なった関係上比較的に急に施工されていると考えられるが、これらの傾斜値はおよそ 0.5×10^{-2} ラジアンである。

図-12によれば、鋼管矢板の傾斜角はP I Pクイ、P CクイおよびR Cクイの傾斜角のおよそ $1/3$ であり、単クイとして打込まれた鋼管クイの傾斜角のおよそ $1/2$ となりかなり小さいと考えられる。

矢板鋼管相互間の水平変位距離については、木津川現場の例によると-29.0m付近で④⑤間が3.2cm、④⑥間が1.2cmである。しかし、矢板鋼管内を掘削して肉眼で観察した結果、継手部に損傷は認められなかった。継手鋼管スリットの製作誤差が ± 0.5 cm程度はさげられないこと、矢板鋼管の回転によって継手位置が動くことによる矢板鋼管相互間の水平変位などを考えると、この程度の水平変位距離は許容されるものと考えられる。

以上の考察の結果、①両現場は鋼管矢板の打込施工が

それ程容易にできる現場ではなく、この現場を標準にして他を論じても特に支障があるとは考えられない②傾斜角は他種クイに比較してかなり小さい③矢板鋼管相互間の水平変位距離は小さく④管内掘削して肉眼で観察した結果、継手部に損傷が認められないことなどがわかったので、鋼管矢板の打込によって継手鋼管相互の連続性に著しい影響を与えるような損傷が生じる可能性は少ないと考えられる。

§ 4. 結 論

以上2つの現場実測結果から、鋼管矢板の鉛直施工精度に関しておよそ次のようなことが明らかになった。

- 1) 鋼管矢板（鋼管の細長比 L/R が48~67程度）の傾斜角は、およそ $0.1 \times 10^{-2} \sim 0.5 \times 10^{-2}$ ラジアンである。
- 2) 1)に示した傾斜角は、P I Pクイ、P CクイおよびR Cクイの傾斜角のおよそ $1/3$ であり、単クイとして打込まれた鋼管クイ（鋼管の細長比 L/R が56~84程度）の傾斜角のおよそ $1/2$ である。
- 3) 鋼管矢板の傾斜角、管内掘削時の観察および打込時の資料などから検討すると、継手鋼管相互の連続性に著しい影響を与えるような損傷が生じる可能性は少ない。

<参考文献>

- 1) 小粥庸夫：“鋼管矢板工法に関する研究（その1）——鋼管矢板井筒基礎の一体性とせん断抵抗——”清水建設研究所報 Vol. 16 昭和45年10月
- 2) 川崎製鉄株式会社神戸建材部：“大阪千本松地区の鋼管矢板井筒工法に関する現場実験について”昭和45年5月
- 3) 加藤昌次：“P I P山止め柱列壁の施工精度に関する研究”清水建設研究所研修生研修論文 昭和46年3月
- 4) 末永保美、坪井善勝：“基礎グイの径、長さ比に関する基礎的研究”東京大学生産技術研究所・坪井研究室 1966.9.30
- 5) 不動建設株式会社：“東京都清掃局江東清掃工場建設予定地鋼くい耐力施工試験報告書”昭和44年3月