

中華人民共和国における鋼矢板技術の現状に関する調査

芝浦工業大学大学院 ○(学)時 家豪・(正)稲積真哉
トームック (正)宍戸賢一

1. はじめに

鋼矢板（シートパイル）は20世紀初めにヨーロッパで生産・使用され始めた。熱圧延鋼板の鋼矢板は迅速に世界各地、特に先進工業国で広く使用されるようになった。中国は前世紀の50年代末に武漢長江大橋の建設において、鉄道部大橋局が元のソビエト連邦から鋼矢板を導入して、初めてU型鋼矢板を橋脚囲いの水中で建設した。その後数十年、経済力の制約に加えて中国国内には生産設備と圧延技術がなく、また工事機械の欠乏や施工技術の遅れなどの要因に制限され、熱圧延鋼板の応用は停滞していた。20世紀末、ある鉄鋼会社は海外から技術装備を導入し、幅400mmのSLU 5-1型鋼板をおよそ5000トン生産した。また、新江大橋の囲い、靖江新世紀造船所における30万トンのドックやベンガルの洪水防止プロジェクトなどに適用した。しかし、生産効率が低く、技術経験が足りないなどの理由で、生産を続けることができなかった。2000年から、中国における基礎建設技術は急速に発展している。その中、地域分布が広く、且つ地質構造が複雑で変化が多いため、河川流域の改築は避けられない。その中、長江デルタ、珠江デルタ、環渤海区域、および黄河入海口エリアなどで大規模な土木工事が行われている。鋼矢板は高い軽量性、止水性が良く、耐久性が強く、工事効率が高く、また敷地面積が少ないなどの固有の性能により、いくつかの大型土木工事の課題を解決した¹⁾。

本論文では、近年において中国で使用されている鋼矢板技術を調査することにより、中国における鋼矢板技術に関する現状と課題を考察する。

2. 技術の紹介

2.1 種類と適用範囲

中国では現在頻繁に使用されている鋼矢板の型式はU型、Z型、L型および直線型である²⁾。

- (i) U型：生産設計及び生産工期が短く、規格が多く、構造形式が対称で重複して使用しやすく、工事の需要に応じて部材長を調整することができ、施工に便利をもたらし、同時にコストを低減した（図-1参照）。
- (ii) Z型：ロックピンは軸の両側に対称分布して、腹板は連続しているのので、断面弾性率と曲げ剛性を大幅に向上させ、板壁の剛性を増大させ、変位変形を減少させた。Z型の杭が長いので、施工時間を減少させる。また、ロック数を減少させ、止水性能を向上させた。耐久性はより優れている（図-2参照）。
- (iii) L型：重さが軽くて、占有空間が小さく、ロックは同じ方向にある（図-3参照）。
- (iv) 直線型：隆起高さが低いため、直線に近く、狭隘地での工事に適している。構造が安定しており、両側の圧力や地下水の影響が小さく、地盤の安定に寄与している（図-4参照）。

鋼矢板は荷重力が大きいため、構築された連続壁は強度と剛性が高い。そして、構造物が軽い、防水性が良く、施工が容易で、異なる地質状況と土質に適用でき、ピットを掘る掘削土量とコンクリートの使用量を減らし、環境に良く、工事の占用場所が小さく、再利用できるなどの原因により、港、橋、道路、鉄道と市政工事（図-5参照）の中で使われているだけでなく、土砂崩れ、地震などの地質災害発生後の救援にも使われている。

2.2 施工方法

(1) 杭打ちの方法

- (i) 単独打込み法：板壁の一角から一本ずつ打ち込む。傾きが生じやすいので、高くなく、杭の長さが10m未満



図-1 U型



図-2 Z型

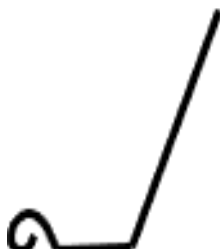


図-3 L型



図-4 直線型



図-5 道路橋の工事

中国；鋼矢板；引抜き技術

芝浦工業大学土木工学科地盤工学研究室(〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5・TEL 03-5859-8360・FAX 03-5859-8401)

の場合にのみ適用される。

- (ii) 屏風打ち法：10～20本の鋼矢板を列にして導架内に挿入し、屏風状にして打ち込む。大きな傾斜を防ぐことができ、閉鎖しやすく、施工品質を保証できる。しかし、重さは大きいので、施工の安全に注意が必要である（図-6 参照）。

(2) 引抜き方法

振動ハンマー杭打ち抜き機を使う。振動ハンマーによる振動により、鋼板の杭の周囲の土の接着力を破壊して抵抗し、振動すると同時にクレーンを使って上に向かって抜く³⁾。

(3) 施工過程（図-7 参照）

まずクレーン工事の敷地には鋼板を張り、地盤への圧力を減らす。次は鋼板の杭及びロック口の位置を決め、杭の先端を振動ハンマー杭打ち抜き機（図-8 参照）で固定し、振動ハンマーを開けて杭抜きを始める。抜きながら、杭体が垂直かどうか確認し、完全に抜けるまでである。次の鋼矢板を順次引き抜く。杭穴は周囲の建物に与える影響を低減するために、適時に砂と水を注入する。そして、鋼矢板は再利用できるので、引き抜いた杭に土砂を取り除いて油脂を塗布すべきである施工過程は普通の杭抜き方法と似ているが、以下の3点に注意する。

- (i) 杭を抜く順番は杭を打つ時と逆である。
- (ii) 杭を抜くと一定の振動が発生する。また土壌を持ちすぎると、土の変位と地面の沈降を引き起こし、地盤の破壊をもたらす。このため、ブロック鋼板の杭壁に対しては、杭を抜く開始点は、角杭（図-9 参照）から5本以上離れているべきであり、また間隔で抜くことができる。
- (iii) ある杭は二本の隣杭がある場合は抜くことができない。杭のロックがひどく変形したかもしれない。この時に反対側の杭を抜いた後で、変形した杭と隣杭一緒に引き抜く⁴⁾。

3. 調査に基づく考察

鋼矢板は普通の杭の施工過程と似ているが、応用の方向が大きく違っている。優れた防水性のため、防腐性能は軟弱な土と砂質の地盤工事の時に重要な役割を果たした。建設工事にとって、鋼矢板の使用は空間に対する要求を下げることができ、必要な安全性を提供することができ、しかも時効性が強く、天気条件の制約を受けない。そして重複して使うことができる。もしその組み合わせの性能を強化することができれば、利用性はもっと広い。

4. おわりに

本研究では、中国の鋼矢板技術の現状を調査した。近年、中国は水域を改築し、海河に近い都市の基礎建設が急速に発展しているため、鋼矢板技術の使用が増えている。現在、鋼矢板の生産地は日本、韓国、欧米であるため、中国の鋼矢板技術の応用はまだ始まった段階にあり、先進国とはまだ大きな差がある。しかし、中国の使用量と応用範囲はますます増え、経験が蓄積されていくことが期待できる。ただし、鋼矢板技術を使った経験を基に鋼矢板の組み方と引抜き技術はまだ改善が必要である。

参考文献

- 1) 宋煥君, 楊景山, 劉愛民: 国内鋼板杭市場現状と応用見通し[J], 冶金管理, 2011.
- 2) 盧曉斌: 鋼板杭の応用と開発, 鉄道の仕入れと物流, Vol.9, pp.33-35, 2009.
- 3) 朱珍慧, 袁振乾: 鋼板杭工事, 港工技術と管理, 2015.
- 4) 任傑: 鋼板杭囲い工事における応用, 工事技術, Vol.43, 112-12, 2015.

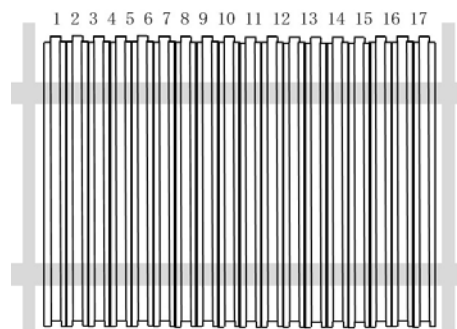


図-6 屏風打ち法

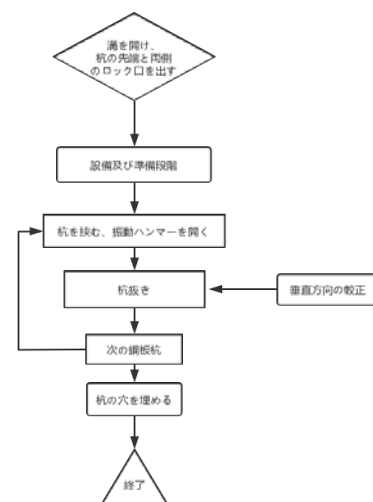


図-7 施工過程図



図-8 振動ハンマー杭打ち抜き機

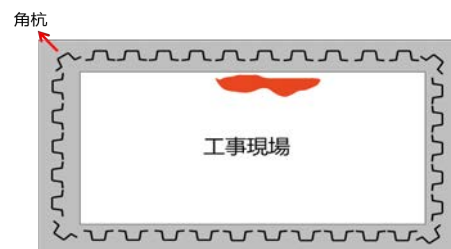


図-9 現場の施工図