

未来の安全・安心を支える

進化する鋼矢板

長年にわたり、日本の社会インフラを支えてきた鋼矢板。最近では、激甚化する自然災害の対策にも大きな役割を果たしている。また施工性や経済性などのニーズの高まりに伴い、断面形状の薄肉大断面化、防食技術など新たなアプローチが進められている。

熊本県・緑川河口部の鋼矢板打設状況
(写真提供：(一社)鋼管杭・鋼矢板技術協会)

再認識される鋼矢板の重要性

振り返れば、2018年は自然災害の多い年であった。例年を超える29個の台風が発生し、なかでも7月の西日本豪雨では台風7号と梅雨前線の影響で記録的な降雨、9月の台風21号では関西国際空港が水没した。地震では6月の大阪北部地震、9月の北海道胆振東部地震などの被害は記憶に新しい。

報道される被災地の様子は、私たちに自然災害の脅威を改めて思い起こさせるとともに、防災対策の重要性を再認識させてくれる。土木分野で使われる鉄鋼製品は、強靱で高い品質を持ち、これまで日本の国土開発で重要な役割を果たしてきたことは言うまでもない。いま私たちが直面している自然災害への防災対策や、国土強靱化の取り組みにおいても、多くの鉄鋼製品の活用が期待されている。鋼矢板はその代表的な製品である。

よく知られているように鋼矢板とは細長い板状の杭であり、横方向に連続して打設し、壁構造を形成する。河川や港湾の護岸、止水壁、耐震補強などを目的とした永久構造物や、土木工事の土留めなどのための仮設構造物として、幅広く使用されてきた。

ところで「矢板」の語源は、矢羽根型の断面に切削した木製の板だという(図1)。矢板を使った工事は、古くはローマ時代にも行われていたと考えられている。

日本における鋼矢板の歴史は意外に古い。きっかけは1923年の関東大震災であった。当時、世界各国から大量の鋼矢板が輸入され、災害復旧事業に使用された。これを契機に、鋼矢板の簡便性や安全性が広く認識され、日本各地で鋼矢板が使用されるようになった。その後、1931年に日本初の鋼矢板が官営八幡製鐵所で製造された。

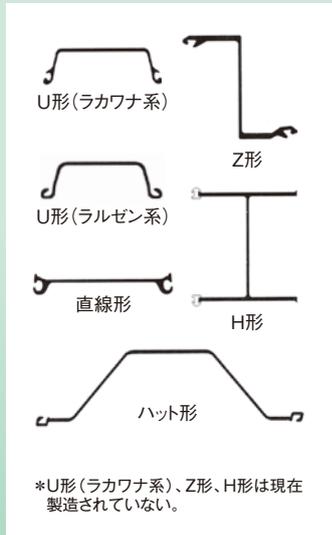
このように、鋼矢板は鉄鋼メーカーが主導して作ってきた鉄鋼製品である。鉄鋼メーカーの技術力や生産能力の拡大によって、鋼矢板は現在まで進化を遂げてきたと言えるだろう。

矢羽根型の木矢板の断面(図1)

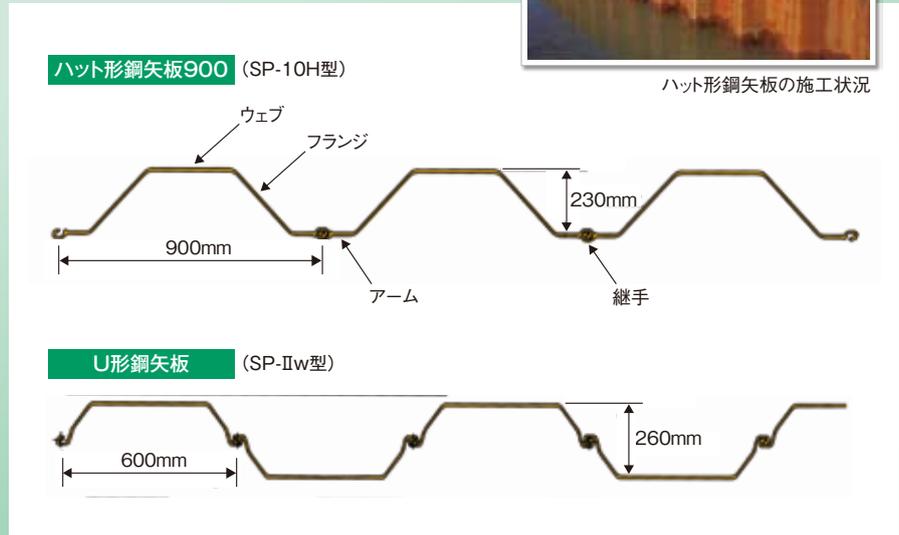


(出典：鋼矢板工法(上)、山海堂、1982.6.15)

鋼矢板の断面形状例(図2)



ハット形鋼矢板とU形鋼矢板の嵌合状態(図3)



公共投資の伸びとともに需要が拡大

一般に鋼矢板といえば、鋼片を約1250℃に加熱し圧延成形した熱間圧延鋼矢板(以下、鋼矢板)を指す。このほかに鋼板(板厚3~7mm)を冷間成形した軽量鋼矢板もある。断面形状は、これまでU形、直線形、Z形、H形、ハット形が製造されてきたが、現在はU形(ラルゼン系)、直線形、ハット形に集約されている。

鋼矢板以外の矢板は、木材、鉄筋コンクリートなどがあるが、これらと比較して鋼矢板には、以下のような特徴がある。

1. 種類や形状が豊富
設計条件や工事計画に応じて、最適な鋼矢板を使い分けことができ、経済的である。
2. 優れた止水性と施工性
適切な形状の継手により、嵌合時の止水性に優れている。継手の競りが少なく、施工性が良好である。
3. 工期の短縮が可能
大がかりな施工設備が不要で、急速施工も可能である。
4. 保管・運搬が容易
積み重ねができるため、保管・運搬がきわめて容易である。

鋼矢板の施工では、土質や施工条件、周辺への騒音や振動の影響、コストなどの点から最適な工法が選択される。一般にはパイプロハンマ工法(振動機の上下振動によって矢板を打ち込む工法)や油圧圧入工法(油圧ジャッキの伸縮動作で矢板を静的に打ち込む工法)などが用いられる。

日本の鋼矢板の需要が飛躍的に増加したのは、戦後復興期

から高度経済成長期である。港湾整備や河川護岸などの工事が急ピッチで進められ、1970年代には年間需要は100万tを超えた。

その後1980年代以降は年間80万t前後で推移してきたが、1992年のバブル期以降需要量は徐々に減少傾向となった。地震や台風などの大規模災害時に一時的に需要が増加することもあったが、現在は年間60~70万t前後で推移している。(日本鉄鋼連盟鉄鋼用途別受注統計月報より)

年間需要がピークとなった1981年には、鋼矢板の総需要111万tのうち土木向け(概ね官需と推定)は75万tで全体の67%を占めていた。最近の2017年では、総需要71万t、土木向けは22万tで全体の31%にとどまり、一方で輸出向けは28万t、39%となっている。

高度成長期に比べ最近では、公共事業が減少し、工事コストの削減が求められるようになっており、鋼矢板などの資材や工事には、いっそうの経済性やコストパフォーマンスが求められるようになった。現在高まっているのは、地震や津波、台風などの自然災害の防災対策としてのニーズである。国土を守るために信頼性の高い構造物への要求はますます高まっている。

こうした社会ニーズに対応し、鋼矢板はさまざまな形で進化を遂げている。

世界最大断面のハット形鋼矢板

鋼矢板の新たな進化の一つは、断面形状の大型化である。1997年、U形鋼矢板でそれまで主流であった400mm幅に加え、600mm幅の販売が開始された。さらに2005年には、ハット形鋼矢板が製造された。ハット形の有効幅は、それまでの広幅型

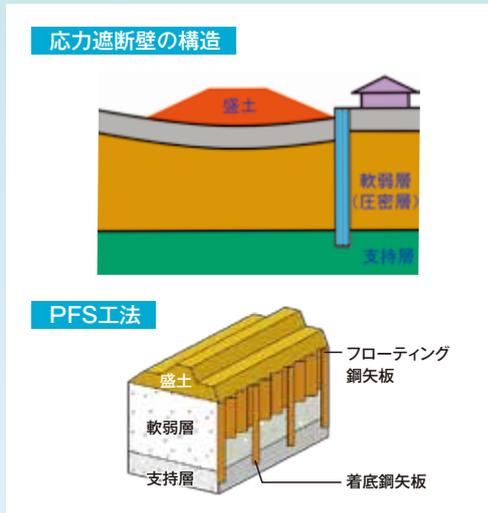
鋼矢板の活用例

熊本県・緑川海路口下流築堤工事

大深度軟弱地盤層の沈下対策で、コスト削減に効果的なPFS工法

これまでたびたび洪水被害のあった熊本県緑川では、長年にわたり堤防整備事業が進められてきた。しかし付近は40m以上の深さまで軟弱地盤層が堆積し、大規模な地盤改良工事が必要とされた。そこで採用されたのが、応力遮断壁（緑切り矢板）工法である。これは、河川堤防などの盛土の法尻付近に鋼矢板を打設し沈下対策を行う工法であり、鋼矢板の鉛直方向の応力遮断効果によって、周辺の引き込み沈下を抑制する。

特徴的なのは、PFS工法（部分フローティング鋼矢板工法）が採用された点である。沈下抑制に必要な数だけ鋼矢板を着底させ、その他は応力遮断が可能な長さの鋼矢板を使用するもので、コスト削減効果がある。河口部は海水の影響があるためハット形鋼矢板上部に防食塗装が施された。打設は周辺住宅環境に配慮し低振動低騒音の油圧圧入機が使用された（一部ウォータージェット併用）。



重防食仕様の鋼矢板打設完了状況



鋼矢板上部に透水孔を有するハット形鋼矢板

(写真提供：(一社)鋼管杭・鋼矢板技術協会)

(600mm幅) U形鋼矢板の1.5倍の900mmであり、現在も単一圧延材としては世界で最も幅広である。

ハット形とU形の断面形状を比べると、その違いがよくわかる(図3)。ハット形は、断面形状の両端の継手の横にアームと呼ばれる平坦部がある。この形状により、部材1枚あたりの剛性を高くすることができ、施工時の部材変形を抑えられ、施工効率を高める効果がある。

U形で壁体を構築する場合、隣り合う鋼矢板を交互に方向を反転させて構成するようになっている。そのため、壁全体の中立軸と鋼矢板単体の中立軸が一致せず、壁が曲げ荷重を受けると継手部にせん断力が作用して、ずれが生じやすい。一方ハット形では、壁の中立軸と鋼矢板の中立軸が一致するようになっているため継手部のずれが発生せず、構造信頼性に優れている。

ハット形は、経済性の点でも優れている。薄肉大断面のため、U形に比べ単位面積当たりの鋼材重量が軽減できる。

さらに施工時には、同じ施工延長当たりの施工枚数が広幅型

の2/3に低減できるため、工期短縮、工費縮減が可能となる。

このように、薄肉大断面のハット形は、施工性、構造信頼性、経済性のメリットが評価され、今後もさらに普及することが期待されている。

新たなニーズへの対応

鋼矢板の技術開発の一つに、溶接用鋼種の適用が挙げられる。

鋼矢板に使われる鋼種はJISで定められており、JIS A5528 熱間圧延鋼矢板(1967年制定)、JIS A5523 溶接用熱間圧延鋼矢板(2000年制定)がある。このうち熱間圧延鋼矢板の鋼種はSY295、SY390、溶接用熱間圧延鋼矢板はSYW295、SYW390、SYW430である(数字は降伏点または耐力を表す)。

溶接用鋼種の規格は、1983年の日本海中部地震や1993年の釧路沖地震の際に、鋼矢板が流電陽極の溶接取り付け部から破断する事故が起こったことがきっかけで、溶接性に優れた鋼種の規格が制定された。JIS A5523では、それまで規定されて

鋼矢板の
活用例

高知県・仁ノ海岸堤防改良工事

液状化と津波を防止。地盤締切り効果に優れた広幅鋼矢板二重式工法

高知県・仁ノ海岸は、南海トラフ地震の発生時には、海岸防潮堤の液状化による沈下が大きいと予想されている。従来からある防潮堤は県道、住宅地、海岸地帯に囲まれ工事場所が限られている。このような条件で、地震時の津波と液状化に対処できる工法として、広幅鋼矢板二重式工法が採用された。これは、防潮堤の海側と陸側に鋼矢板を二列に打設し、鋼矢板の上部をタイロッドで固定する方法である。鋼矢板の剛性と根入れ部の地盤抵抗やタイロッドの引張力などにより、液状化による盛土の変形を抑制する効果がある。

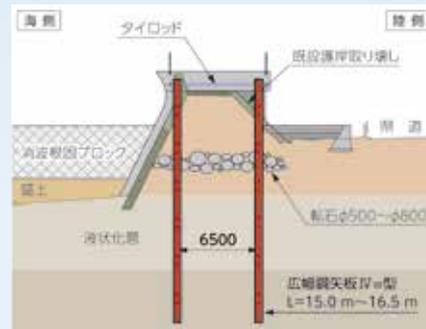
打設にあたっては、予め地中の硬い地盤を砕きながら穴を削孔してから、鋼矢板を所定の位置に正確に設置する必要があった。このためには、高い削孔精度が求められたが、専用機の採用やオペレータの技量にも恵まれ、短工期で経済性の高い工事を完了した。



県道に隣接した工区での打設状況



高性能な専用圧入機が複数導入され、工期短縮が図られた。



液状化対策として、堤防法肩に鋼矢板を打設し、鋼矢板上部をタイロッドで固定する構造とされた。

(写真提供：(株)技研製作所)

いなかった炭素当量規定が追加され、化学成分値の上限や、靱性を示すシャルピー規定が付加された。

鋼矢板に溶接が必要なケースは多く、矢板の打設延長が途中から曲がったり、交差したりする場合もある。また鋼矢板の運搬や現場条件の都合で、短い鋼矢板を現場まで運搬し、溶接で継ぎ足しながら打設することもある。溶接部でも十分な強度を確保するため、溶接用の鋼種の適用が進んでいる。

防食も重要な課題である。鋼矢板は港湾や河川など水際で使用されることが多く、防食対策は避けて通れない。土木用の鉄鋼材料の防食では、長年の間に腐食することを想定し、腐食しろを見込んで設計することが行われているが、それ以外にも塗装や重防食被覆、電気防食などの方法が用いられている。このうち重防食鋼矢板は、鋼矢板の表面をウレタンエラストマーで被覆するものである。1982年ごろに実用化され、現在では港湾、河川などで広く普及している。

最近、社会インフラの老朽化が問題となっているが、鋼矢板も

例外ではない。そもそも鋼矢板は長期間使用が前提となっているものの、一般的に寿命は50年と想定されている。したがって、日本で鋼矢板の需要ピークである1970～80年ごろに施工された物件は、すでに寿命を迎えつつある。

基本的な老朽化対策は、既存の鋼矢板の取り替え工事の実施である。これは既存の鋼矢板壁に重なるように新たに矢板を設置し、古い矢板を撤去することである。しかし、50年の間に、鋼矢板の製品や構造は、大きく進化している。そこで以前に施工したものと同じものに取り替えるのではなく、機能などの点で以前よりもグレードアップしたものが検討されることが多い。例えば、薄肉大断面のハット形の採用、重防食被覆の採用、耐震性を向上した構造設計、などが挙げられる。

この先何年も私たちの国土を支える鋼矢板。安全・安心な未来社会を支える重要な役割は、いつまでも変わらない。

- 取材協力 (一社)鋼管杭・鋼矢板技術協会
- 文 杉山香里