

## 2.2.2 山留め施工機械

### (1) 概論

地下に建物の構造体を施工するにあたっては、必要な深さまで地盤を掘削しなければならない。これら掘削により地山を除去すれば、それまで保たれていた地盤のバランスがくずれ、周辺の地盤が掘削側へ押し出される力が発生する。掘削が浅いうちは土圧に対して土の強度（粘着力、内部摩擦角）が抵抗し、崩壊することなく自立しているが、掘削が深くなれば安定を保つことができなくなり、崩壊する。このとき、掘削された土に代わって周辺の地盤からの土圧を支え、バランスを保つのが山留めである。

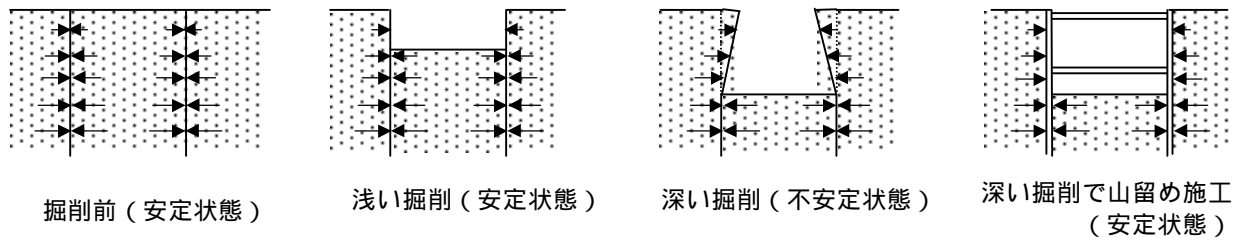


図 2.2.11 山留め壁の機能

### (2) 山留め工事の歴史

(a) 親杭横矢板工法であるが、当初は木板を縦方向に埋め込み、板のつなぎ目を矢印の形状に加工してかみ合わせの簡易なものが使われた。この方法では土圧に対し板の剛性だけでもたせるため、浅い掘削にしか使用できないかった。その後、大深度の掘削にも対応できる鋼矢板が使われるようになった。

現在、親杭横矢板、鋼矢板として使われている矢板という言葉でわかるように、深さ方向に一定のピッチで親杭（レール材、H鋼等）を挿入して全体の土圧を支持させ、横方向に差し込んだ矢板で局部的な土圧を負担させる「親杭横矢板工法」や、矢板そのものの剛性を高めた「鋼矢板（シートパイル工法）」に発展し、現在に至っている。

鋼矢板工法は1922年（大正11年）に発生した関東大震災の復旧事業において本格的に導入され、大量の鋼矢板が国内に輸入・使用された。

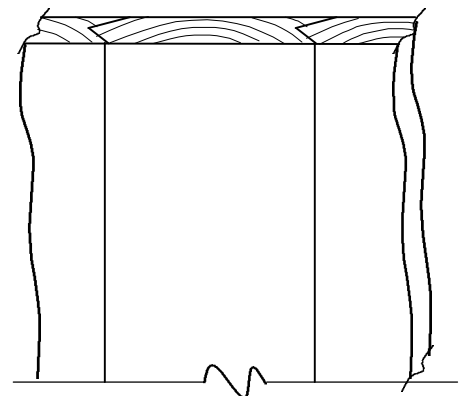


図 2.2.12 矢板山留め

### (b) ソイル柱列壁工法

昭和30年頃より1軸式ソイルオーガやPIP工法が日本に導入されたが、これらの工法は隣接する杭と完全に密着しない場合があり、十分な止水効果が期待できないという欠点があった。その後、止水性を向上させ、かつ施工能率を向上させる工法として、昭和40年頃より2軸ソイルが、昭和50年頃より3軸～5軸ソイルが開発され、現在に至っている。

### (3) 分類

山留めの施工法及び主な使用機械を分類すると、次のようになる。

表 2.2.2 山留めの施工法の分類

分類		施工機械	特長
親杭横矢板工法 鋼製矢板工法		振動杭打ち機	騒音、振動が発生、ジェット工法併用可能、引抜きも可能
		油圧式圧入・引抜機	比較的に低騒音・低振動、圧入時には反力必要
		単軸オーガ	根固め液注入可能、油圧式圧入機併用タイプもある
ソイル柱列式工法		多軸式ソイルオーガ	応力材により山留め壁の剛性を任意に設計可能 止水性も期待できる
連続壁工法	バケット式	バケット式掘削機	掘削速度が比較的早い
		カッタ式	水平多軸式掘削機
	カッタ式	垂直多軸式掘削機	

(4) 振動杭打ち機

振動杭打ち機は通常「バイプロ杭打ち機(バイプロハンマ)」とも呼ばれており、親杭横矢板工法の親杭(芯材)や鋼矢板工法の鋼矢板などを地中に挿入する装置である。動作原理については、2.2.1 杭打ち機械の(4) 振動杭打ち機の項目を参照。

建築工事においては、周辺環境への騒音・振動を抑えた高周波タイプの振動杭打ち機が多く採用されている。高周波タイプにおいても起動・停止時の低周波時には騒音・振動が大きく発生することがあるが、最近この低周波振動を押さえる新しいタイプの振動機も開発されている。以下にその原理を示し紹介する。

起動時

上下の偏心体が完全に相対して回転を開始。 規定の振動数に達するまで機械本体は全く振動しない。

運転時(最大能力)

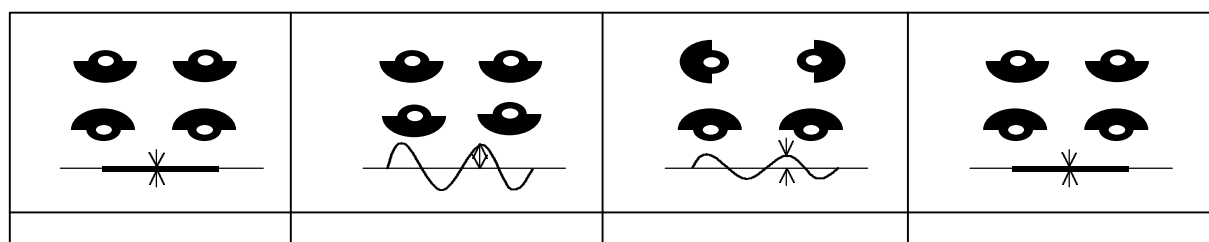
地盤との共振域を超えた回転数に達したところで、偏心体の一方を変換し振幅を発生させる。

運転時(能力変化)

上部偏心体の向きを任意に操作させることで、振動エネルギーを0(ゼロ)から最大まで自由自在に調整する事ができる。

停止時

起動と同じく偏心体を上下相対して回転数を停止(ゼロ停止)。 地盤やクレーンブームと共振することなく、静かに停止できる。



起動時

運転時(最大能力)

運転時(能力変化)

停止時

図 2.2.13 起動・停止時低振動杭打ち機の動作原理

(5) 油圧式圧入・引抜機

油圧式圧入・引抜機は、振動杭打ち機同様、親杭や鋼矢板の圧入・引抜に使用する。施工原理と

しては1軸オーガを併用したタイプと、隣接応力材を反力にするタイプとに大別される。後者の施工手順例を以下に示す。

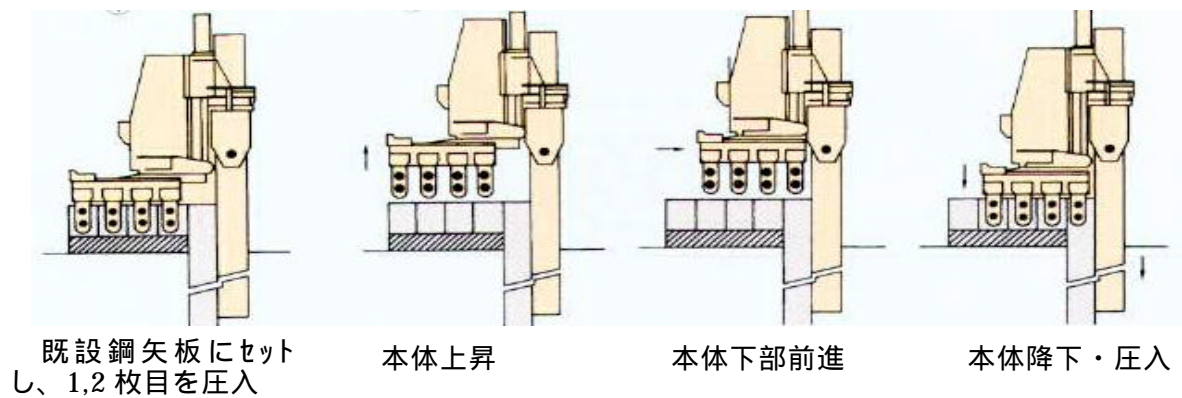


図 2.2.14 油圧式圧入・引抜機の施工手順例（応力材反力タイプ）

### （6）多軸式ソイルオーガ

多軸ソイル掘削機は、比較的深度が深く止水性が要求される場合に採用される工法である。セメントを配合したソイルミルクと地山を柱状に攪拌し、中心に応力材（H形鋼）を挿入して構築される。平面的に隣り合うオーガの回転半径が互いにラップしているおり、また掘削深度が浅い場合や被圧水がない場合を除いて、端部の1本を隣のユニットの1本と完全にラップさせて施工することにより、高い止水性が確保される。

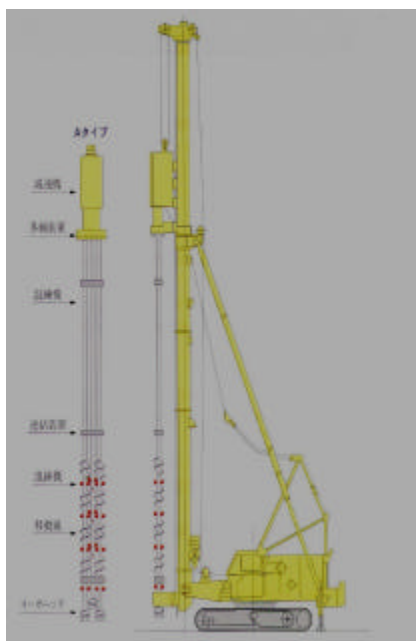


図 2.2.15 多軸式ソイルオーガ機

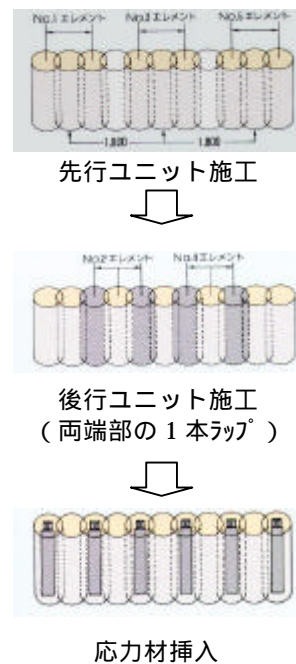


図 2.2.16 エット施工順序

3点支持式杭打ち機は、重量の重いオーガマシン（電動機+減速機）が掘削用ロッドの最頂部にセットされているため重心が高く、これまでに転倒事故等も発生している。そこで、この機械の転

倒に対する安定度を高めるために、伸縮式ロッドや、

ロッドの自動供給・連結装置を利用した低重心の多軸オーガ等が開発されている。また、従来の垂直回転軸式掘削機とは構造の全く違った新しい掘削方式を採用した「TRD工法」も低重心および壁の連続性を特長とした掘削機である。



図 2.2.17 TRD 掘削機本体

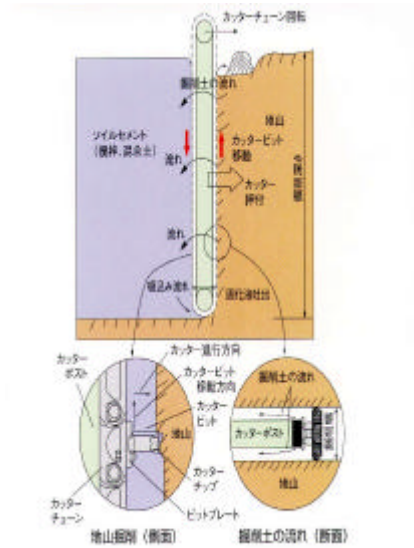
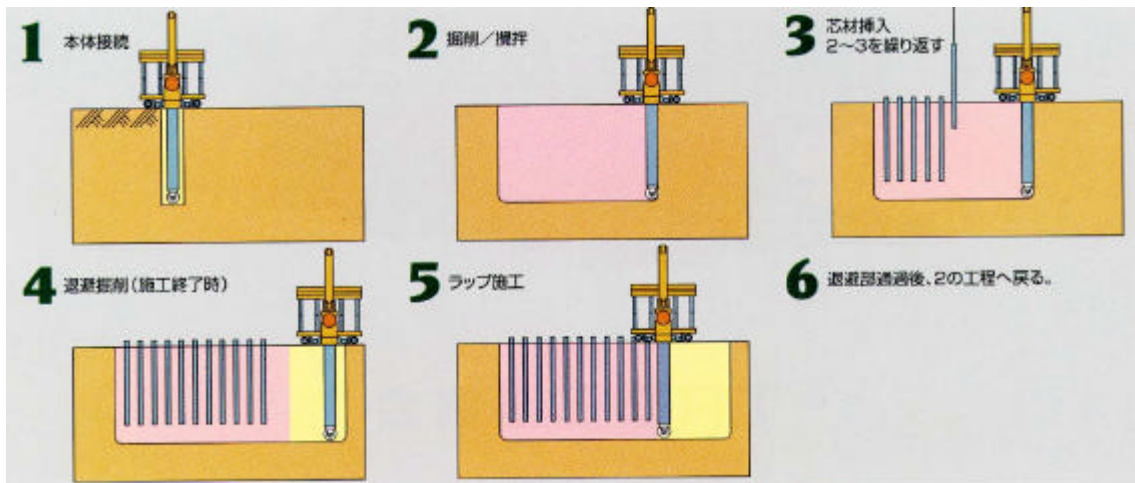


図 2.2.18 TRD 工法の掘削機構



2.2.19 TRD 工法施工順序