

25. 鋼管矢板井筒の水中切断機の開発

清水建設 松川 喜郎
川崎製鉄 山口 銑治

1. まえがき

近年わが国においては、橋梁の立地難から河川、港湾等の水域に基礎を設けるケースが多くなってきた。このため基礎工法としての施工性、安全性、強度的信頼性にすぐれた仮締の兼用鋼管矢板井筒や鋼管杭基礎が、数多く採用されている。

これらの施工に際して、基礎構造物の完成と前後して、使用した鋼管矢板、鋼管杭などを水底付近で切断し撤去しなければならぬ。この切断作業には従来主としてダイバーによる酸素アーク切断、テルミット溶断のほか磁石による切削原理を利用した自動切断機などが使用されて来たがダイバー切断では切断位置の水深に限界があること、切断能率が低いこと、切断位置が土中の場合切断不可能であることなどの問題が多く、1才磁石式切断機では切断速度が遅い、厚肉鋼管の切断が難しいなどの難点があった。

そこで筆者らは切断能率が良く、厚肉鋼管の切断が可能な酸素アーク式水中切断機の実用化に関する共同研究を工業技術院四国工業試験所と行い、良好な結果を得たのでその概要を紹介する。又鋼管矢板に使用される継手管のプレカット工法の欠点とされてきた高止り矢板の継手を切断する継手切断機(磁石式)を開発し切断実験を行ったので合わせてその概要を紹介する。

2. 酸素アーク式水中切断機

2.1 酸素アーク式水中切断機の切断原理および切断装置

酸素アーク切断法は軟鋼製の中空切断棒を使用し、棒と母材の間にアークを発生させて母材の一部を溶かし、そこに切断棒の中空部を通して酸素を吹き付けて、酸素と母材との酸化反応熱により溶断する方法である。アークは鋼材を予熱するのが主な目的であり、切断棒は表面にフラックスを塗布した被覆棒を使用している。このフラックスは切断時のアークの安定、棒と母材との短絡防止などの役目を果たすものであり、水中で使用する際に水に溶けてくずれを防ぐために表面に防水ニス塗布する必要がある。予熱用のアーク溶接棒は交流、直流いすれでもよすが、水中でのアーク電圧を安定させるためス次電圧を高めることが望ましく、普通には切断棒1本につき溶接棒2台をシリーズに接続して用いる。図-1は装置の概略図を示したもので、この装置をワイヤ等を用いて鋼管内の所定位置に吊り下げ、圧縮空気によりシリンダを作動させて3オグリッパで装置を鋼管内部に固定する。

切断棒と母材間のアークのスタートは切断棒の先端にスチール

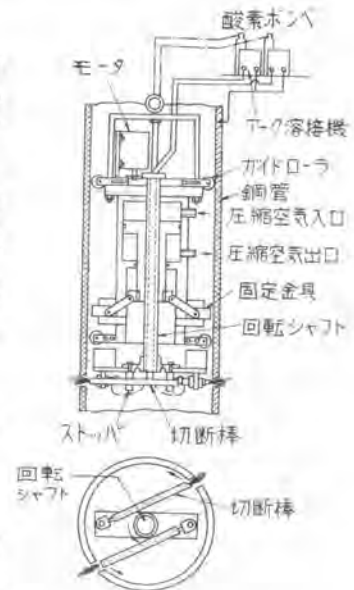


図-1 装置概略図

ウールを取付け、棒を鋳管内壁に接触させスイッチを入れると、スチールウールは一瞬にして溶融しアークが発生する。引続いて棒の中空部分から酸素を供給しながら切断棒を回転して切断が行われる。鋳管の場合内容積が制限されるので、長尺の棒を使用することが出来ない。図-1に示すように二本の棒を180°の相対位置にセットし、シヤフトを約180°回転させて切断する方法を採用している。棒の溶融にともなう送りおよび棒と鋳管内壁との接触圧を一定に保持するためトルクマフクエータを使用している。棒径は一般には8mmφ~12mmφを使用するが今回は主として10mmφを使用した。

2.2 切断速度と酸素圧の関係

図-2に示す様な実験装置を用いて121φ×11, 1寸の鋳管を10mmφ及び12mmφの切断棒で切断試験を行い切断速度と酸素圧の関係を求めた。結果を図-3に示す。



図-2 実験装置概略図

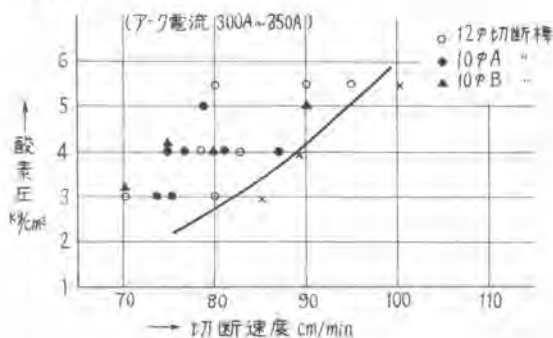


図-3 切断速度と酸素圧の関係

この結果から切断速度と酸素圧にはある程度関係があることが分る。切断棒厚12mm程度の鋳管の切断速度は80cm/min、酸素圧は水深プラス4kg/cm程度が妥当であろう。

2.3 切断棒の偏心および鋳管のひずみの影響

工事現場で鋳管を切断する場合、鋳管内への切断棒の据付誤差および鋳管自体のひずみなどによって、切断棒の回転シヤフトから鋳管内壁面までの距離に、同一鋳管でもかなりバラツキが生じるものと予想される。酸素アーク式水中切断棒においては、切断棒を鋳管内壁に一定の圧力で接触させながら旋回する方式をとっているため、上述の距離のバラツキの程度によっては切断棒と鋳管内壁間の接触圧が急変し、うまく切断出来ない部分が生じる恐れがある。

そこで図-4に示すように切断棒を継手方向に25mm偏心させて切断してみた。なお鋳管矢板の継手方向の内径は1201mm、継手管と直角方向の内径は1193mmであった。

図-5は実験結果を示したもので、25mm(鋳管外径の約2%)程度切断棒が偏心するこによって、切断速度は偏心が大きいときと比べて多少低下しているが、殆んど有意差は認められない。なおこの実験で厚さ1~2mmの薄皮が残った例について、その発生位置を調べたところいずれも短径側であった。この原因としては、鋳管内壁と棒の接触圧がこの部分で上昇し、棒の進行速度が不規則に変化したことがあげられる。

このような薄皮は長さ2~3cm程度でありバイブロンマなどで容易に引抜くことが出来る程度のものであり、実用上、切断効果にはほとんど影響しないものと判断される。

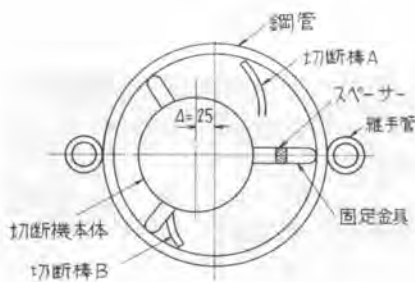


図-4 切断棒と鋼管の配置

2.4 厚肉鋼管の切断

鋼管杭又は鋼管矢板として使用される鋼管の板厚は9~19mm程度が普通で、ごくまれに25mm位のものが使われる。そこで鋼管1219中、板厚16mm、19mm、22mmについて切断し、その結果を図-6にまとめた。

図-6からは、板厚の増加による切断速度の低下を避けるためには、酸素圧およびアーク電流を板厚の増加量に応じて、高くする必要があることがわかる。

尚板厚32mmの鋼管については12mm中の切断棒を使用すれば切断速度50cm/min、酸素圧8kg/cm程度で切断できることが確認された。

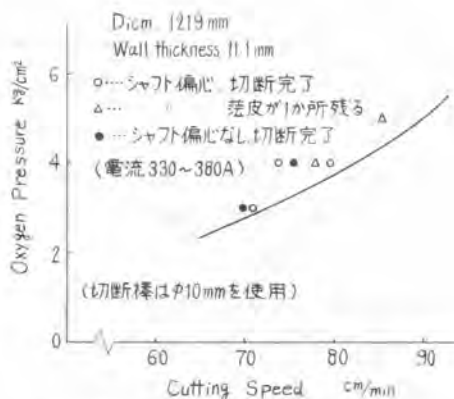


図-5 切断速度と酸素圧

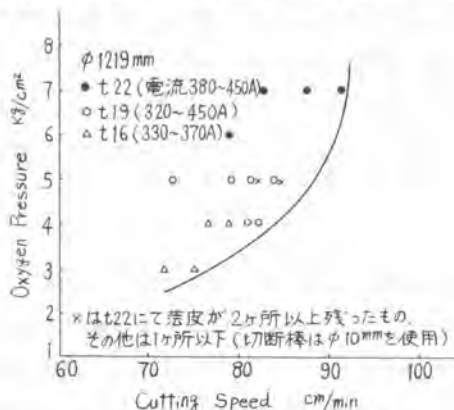


図-6 厚肉鋼管の切断速度と酸素圧

2.5 鋼管内側面にモルタルが付着した場合の切断

鋼管矢板の水中切断が必要となるいわゆる仮締切兼用鋼管矢板井筒工法では、鋼管矢板内の一部に中詰コンクリートを打設するため、鋼管矢板の切断予定位置付近にモルタルが付着していることが多い。

酸素アーク式水中切断機を使用する場合、このモルタルが切断の障害にはなることが予想されるので、図-7に示すように鋼管矢板の内側にモルタルを部分的に付着させて切断を試みた。その結果、通常の切断棒ではモルタル

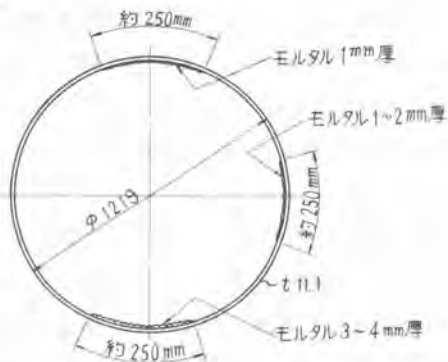


図-7 モルタル付着状況

厚1mmの部分でマーク始動できないこと、モルタル厚1~1.5mmの部分で切断の途中にある場合、写真-1に示す様にモルタル付着部を多少切断した状態でマークが切れること、モルタル厚3~4mmの部分で途中にある場合、棒がモルタル付着部に達した時点でマークが切れること、などがわかった。

以上のことから、モルタルが切断位置全体に付着している場合は切断困難なので、この切断工法を用いる場合、中詰コンクリートの打設時に切断予定位置にモルタルが付着しないように施工するが、切断に先立つてモルタルを除去する必要があると思われる。



写真-1 モルタル付着部の切断状況

2.6 その他

今回の酸素アーク式水中切断機の実用化に関する研究では前述した実験の他、鋼管の溶接部の余盛の影響、鋼管の外側に土砂、モルタルなどが付着した場合の影響、プレカット部に対する適応性、他海域における現場実験等を行った。紙面の関係でこれらの実験結果については報告出来ないが、酸素アーク式水中切断機の実用工の課題点はほぼ解明されたと考える。

3 継手切断機(磁石式)による継手の切断

鋼管矢板の切断を考えた場合、普通継手部の切断が困難なことから切断予定位置の継手部にプレカットをほどこすが、地盤等の関係から所定位置まで打設出来ない鋼管(高止り杭)が出ることもある。この場合、本管は切断出来るが継手が切断出来ないため、プレカットが有効に使用出来ず結局ダイバー等により切断してきた。そこで今回、高止り杭の継手を従来使用していた磁石式水中切断機を改造し、610mmのカッターを取付けて継手を鋼管内部から切断する継手切断機を開発し、2ヶ所の現場で合計4本の継手の切断実験を行い一応の成果を得た。このときの継手1本当りの切断時間はmin15分、max86分であった。写真-2は切断面を示す。



写真-2 継手の切断面

4 あとがき

鋼管の酸素アーク式水中切断機の概要及び一連の実用化実験の結果について紹介し、又継手切断に関して簡単に紹介した。紙面の関係で紹介出来なかった事項に関しては別の機会に紹介したい。