

川崎製鉄㈱エンジニアリング事業部

○藤田 勉 井村英俊 赤秀公造

小関楯志 橋本正治

1. はじめに

近年、道路、鉄道の立地難から海岸近くの河川や港湾内での橋梁建設が目立っている。この場合、水中に基礎を設ける必要があり、基礎工法としては仮締切兼用鋼管矢板井筒が多用されている。この工法では工事完成後に仮締切部の鋼管矢板を水中または土砂中で切断し撤去する必要があるが、小径鋼管にモルタルを充填した継手部の切断は容易ではないため従来は継手を予めプレカットしていた。しかし、杭打設時の高止まりなどの不都合が生じる場合がある。そこで、継手を予めプレカットする必要がないノンプレカット工法の確立を目指し、鋼管矢板の本管と継手を同時に切断する工法・装置を開発した。継手を砥石カッタで切断した後本管をプラズマアークで切断する工法であるが、本報告では主に水中でのプラズマアーク切断実験と新型切断装置による水中切断試験の結果について述べる。

2. プラズマアークを用いた水中切断実験

2. 1. 実験装置

図1は大水深までの模擬切断実験が可能な水圧タンクを示す。タンクの側面にはプラズマトーチの取付座がある。タンク内には供試体を載せる走行台車があり、台車の速度はタンク外部の駆動装置により制御することが可能である。また、タンク内には水が満たされていて内圧の調節が可能である。実験中に使用したガスは窒素または酸素であり、切断時の電流は酸素で260A、窒素では400Aである。供試鋼板は厚み5mmから27mmにいたる勾配のついた楔形とし、500~3000mm/minの速度範囲で走行させて板厚に対する限界切断速度を求めた。実験には水道水または海水を用いた。

また、供試鋼板の背面に粘性土または砂が存在する場合の切断実験を行った。箱型の供試体の内部には粘性土または砂が加圧充填されている。水槽には海水を満たし、トーチの水深を100mmとした。

2. 2. 実験結果

水道水（海水）中において水圧が変化した場合の切断速度と限界切断板厚の関係を図2に示す。限界切断板厚は切断速度の増大にともなって減少するが、水圧が0.01 → 2kgf/cm²へと増大した場合も多少減少する。プラズマガスの比較では、酸素と窒素で切断能力に顕著な相違は認められない。

海水中ではその導電性からプラズマエネルギーの分散が予想され、プラズマ切断の実用は極めて困難となる。ところが本実験では水道水と海水では大きな差は認められなかった。これは海水でのプラズマ維持をねらってトーチ先端

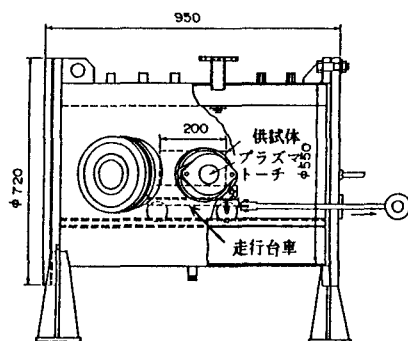


図1. 水圧タンク

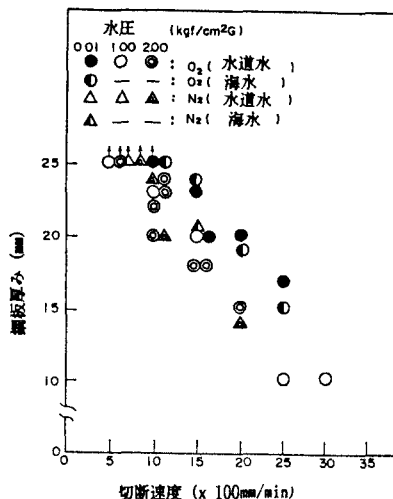


図2. 水中切断速度と切断可能板厚

外周部のセラミックスに絶縁効果を持たせたこと、ノズル内面での水によるピンチ効果を働かせたことによる。

海水中において厚み19mmの鋼板の背面に粘性土または砂が存在する場合の切断実験結果を図3に示す。いったん溶融した金属が、鋼板背面にある緻密な粘性土または砂の影響を受けて図中に模式的に示されるように切断溝部の表面上まではねかえり凝固する場合がある。200mm/minと切断速度を小さくした領域では凝固金属が部分的に再溶着していた。しかし、窒素プラズマ切断では800mm/minの切断速度で、また酸素プラズマ切断では400～600mm/minの切断速度領域で再凝固金属が切断溝の表面で再溶着せず、完全切断が可能である。また、窒素プラズマで切断速度を1200mm/minと大きくした領域では、熱量不足から溶融金属の流れが不完全となり、局部的に再溶着部を形成する。しかし、酸素プラズマ切断では酸化がより進行しているので本切断工法に適している。

3. 新型水中切断装置

プラズマアーク切断と砥石切断を一体に組込んだ設計である。砥石カッタで継手を、プラズマアークで本管を切断する切断方法に大きな特徴がある。砥石カッタで一方の継手を切断した後に、他方の継手を切断する。この間、本管の断面は一部しか切断されていないため構造体としての剛性は十分あり砥石カッタのかみこみトラブルの発生は抑制される。

図4に新型水中切断装置を用いた確性試験方法を示す。供試体は $\phi 800\text{mm} \times t16\text{mm}$ の溶接鋼管に圧縮強度 240kgf/cm^2 のモルタルを中詰めした継手管を溶接したものであり、深さ4mの水槽中に設けた。プラズマアークによる切断においては酸素プラズマを用いた。試験結果では、切断所要時間は継手が18分、本管が2.7分で合計21分であった。写真1は切断後の状況であり、継手と本管の切断高さが同一レベルで精度よく一致しており、確実な切断が可能であった。

4. おわりに

仮締切兼用鋼管矢板井筒のノンプレカット工法に対応するために、水中切断の基本実験を行って、砥石カッタとプラズマアーク切断を併用した水中切断工法・装置の開発を行った。鋼管矢板の本管と継手を確実に同一レベルで能率よく切断出来ることが確認された。これにより継手の切断位置を予めプレカットする必要性がなくなり、作業能率などに優れるノンプレカット形式の鋼管矢板の採用が容易となる。

なお、本装置は鋼管矢板の他に鋼管杭の水中切断にも適用出来る。

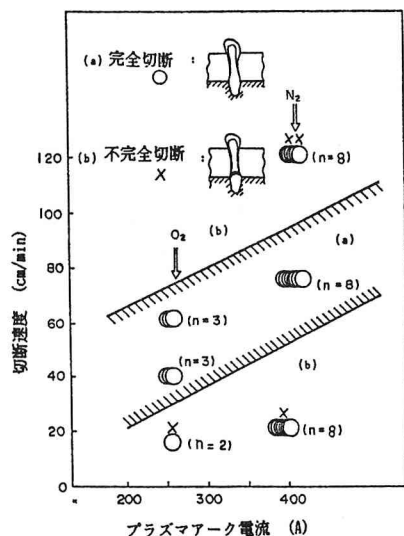


図3. 切断速度 ($t = 19\text{mm}$ 鋼板)

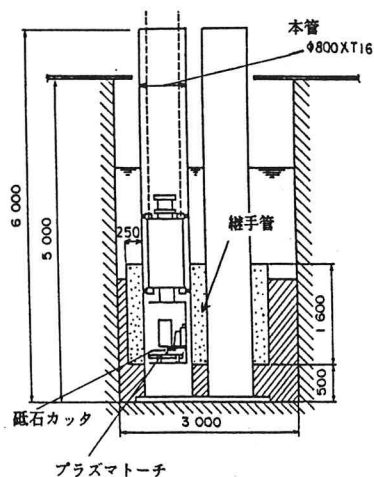


図4. 確性試験方法

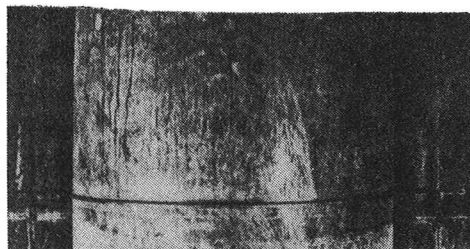


写真1. 水中切断後の鋼管矢板供試体