

水中熔断・溶接マニュアル

Underwater welding manual



01⁻¹ Underwater cutting

水中熔断

熔断方法は、熔断棒と被熔断物との間にアークを発生させ鋼材を酸化温度（約950℃）以上に加熱し（赤味を帯びた状態）酸化噴射を行う酸素アーク熔断と酸素だけを使用する酸素ランス熔断があるが一般的には酸素アーク切断が用いられる。

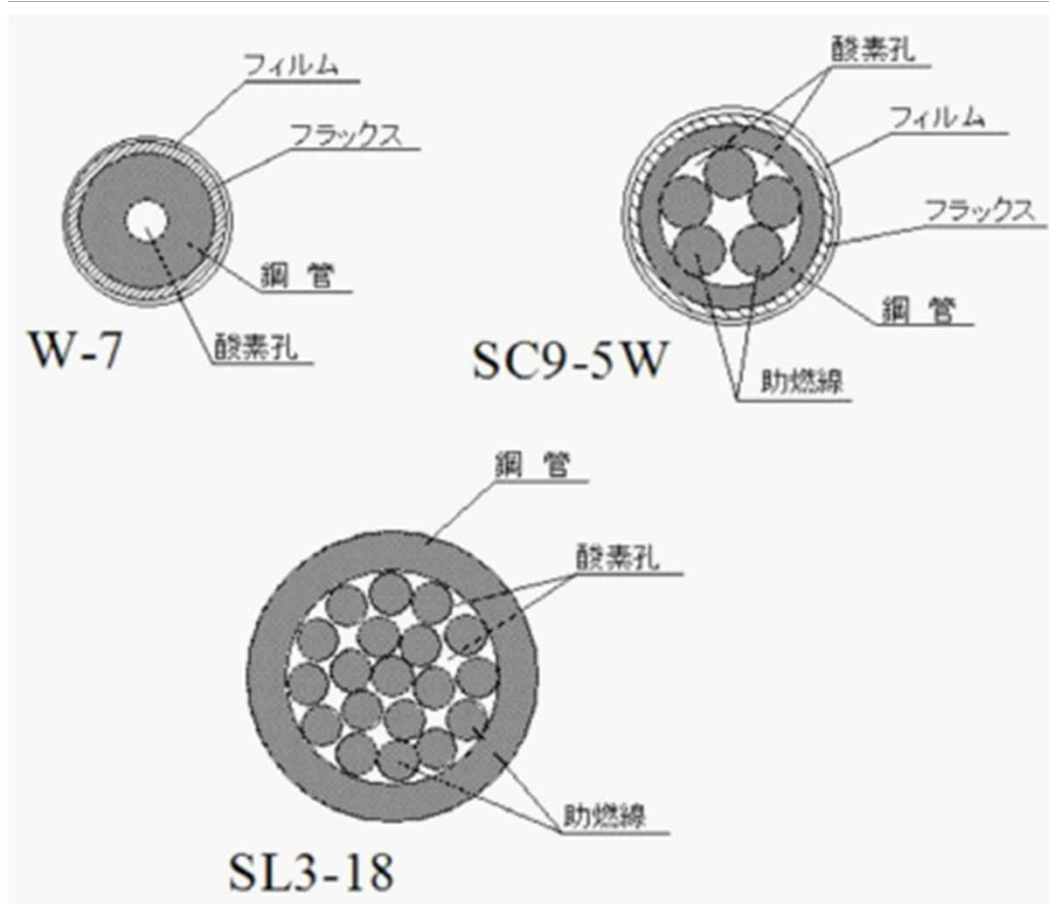
送給ガスの送気量は、被熔断物の厚さに関係があり、またガス圧は作業深度の水圧以上の圧力が必要となる。

水中熔断棒の種類

水中熔断専用棒：W-7 ・ SC8-5W ・ SC9-5W

水陸兼用熔断棒：SL3-18

水中熔断棒の形状



01⁻² Underwater cutting

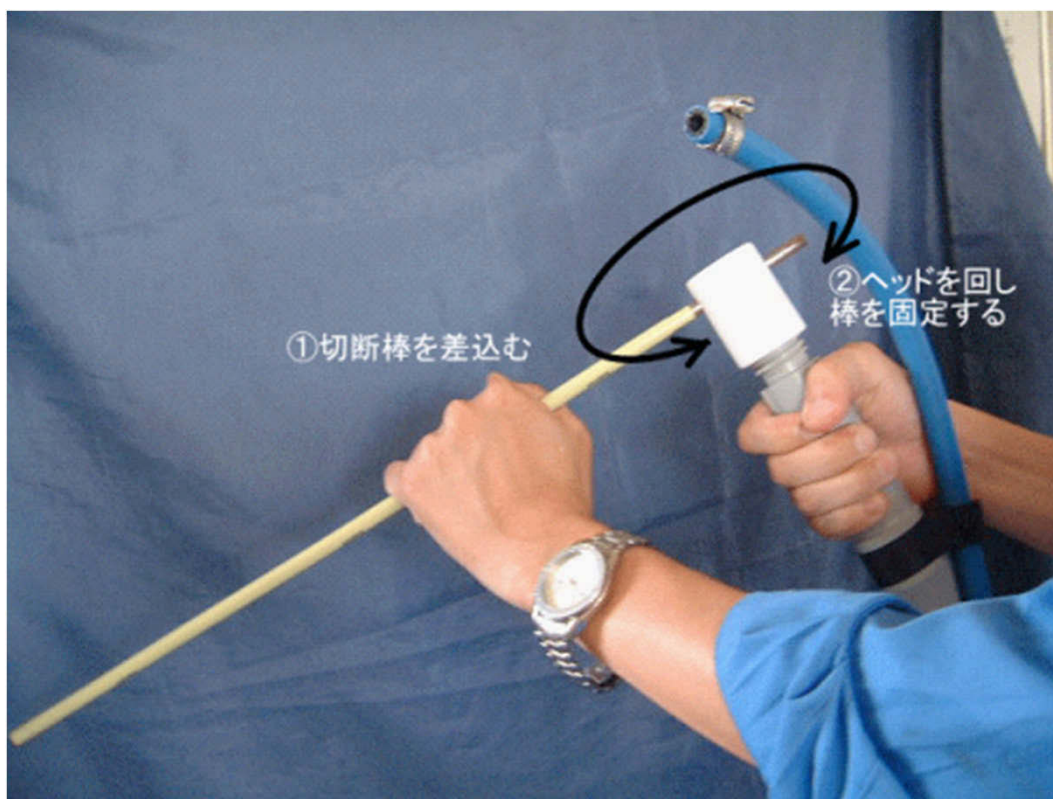
水中熔断

水中熔断ホルダー 《 W52K 》

W52Kホルダーは、水中溶接ホルダー（W52WL）と同様の形状を為すものに、熔断用の酸素ホースを備えたものである。熔断棒の着脱は次のように行います。（略図参照）

まず、ホルダーのヘッドを緩め、熔断棒をヘッドの挿入口へ差し込んだのち、ヘッドを時計回りに回転させて固定し、酸素ホースを熔断棒の先端に差し込みます。

－水中熔断棒の取り付け方法①－



01 -3 Underwater cutting

水中熔断

－水中熔断棒の取り付け方法②－



01 -4 Underwater cutting

水中熔断

熔断データ

【作業条件】水深7m・鋼板12mm・熔断1,000mm

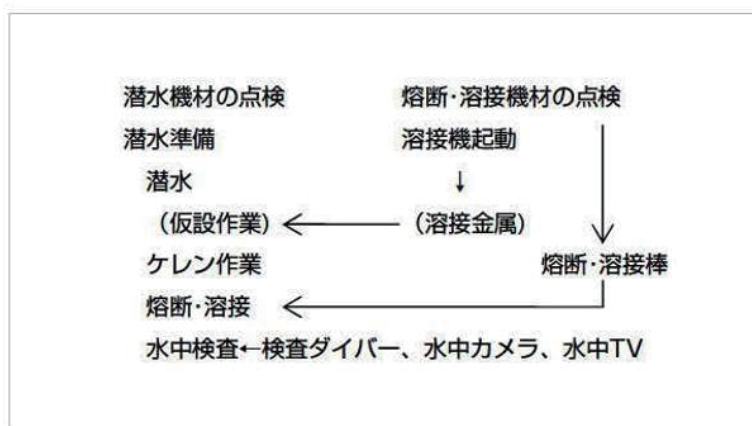
商品名	電流 (A)	酸素圧力	棒使用量 (本)	酸素使用量 (L)	所要時間 (sec)
W-7	220	0.9	3.8	700	440
SC8-5W	220	0.9	6	800	580
SC9-5W	220	0.9	4.8	730	460

SL3-18は陸上と同じ要領で使用できますが水深により酸素圧力を7～13kg/cm²にセットしてください。水中での熔断能力は陸上の時に比べて1/3～1/7に低減します。

SL3-18で次のような熔断ができます。

- ・鉄筋（12mm）： 約15本
- ・2インチパイプ： 約3本
- ・Ⅱ型シートパイル： 約1/2枚

作業手順



水中溶接部は瞬間的な冷却のため、陸上における溶接に比較しておおよそ強度で20%、延性は50%を失うとされている。

従って水中溶接を行う場合には、強度面について十分な検討が必要である。水中溶接には、潜水技術と溶接技術が必要なので、水中溶接作業者は潜水士の資格をもって潜水技術にすぐれた者であるとともに溶接技術もJISの溶接工技量資格検定の技術を有する者に限られる。

溶接方法は、溶接棒自然消耗方式で、すみ肉溶接が望ましい。溶接電流は、立ち向かいの場合は陸上に比べて約20%多く必要とする。立ち向かい溶接は下進専用棒を使用しなくても可能だが、実際の作業下でビードを作る練習をしておくべきである。

溶接部の付着物や錆びなどは、まず掃除しておくのは陸上と同じだが運棒速度や角度なども陸上と同じでよい。

水中溶接棒 《 AQ - 414 》

水中溶接棒（AQ-414）は、イルミナイト系溶接棒に特殊フィルムを施した水中専用溶接棒です。現在4mmが主体ですが専門家には大変好評を得ております。電源は、水中での電気的安全性から直流に制限されますが（後述）、正極性で多方面に使用され、防食用ジंकアノードの溶接取り付け、取り替え作業、鋳鋼（主としてSS-41）水中構造物の溶接として重宝がられております。製品規格は次の通りです。

直径（mm）	長さ（mm）	適正電流（A）	1 ケース（kg）
4.0	450	200～250	20

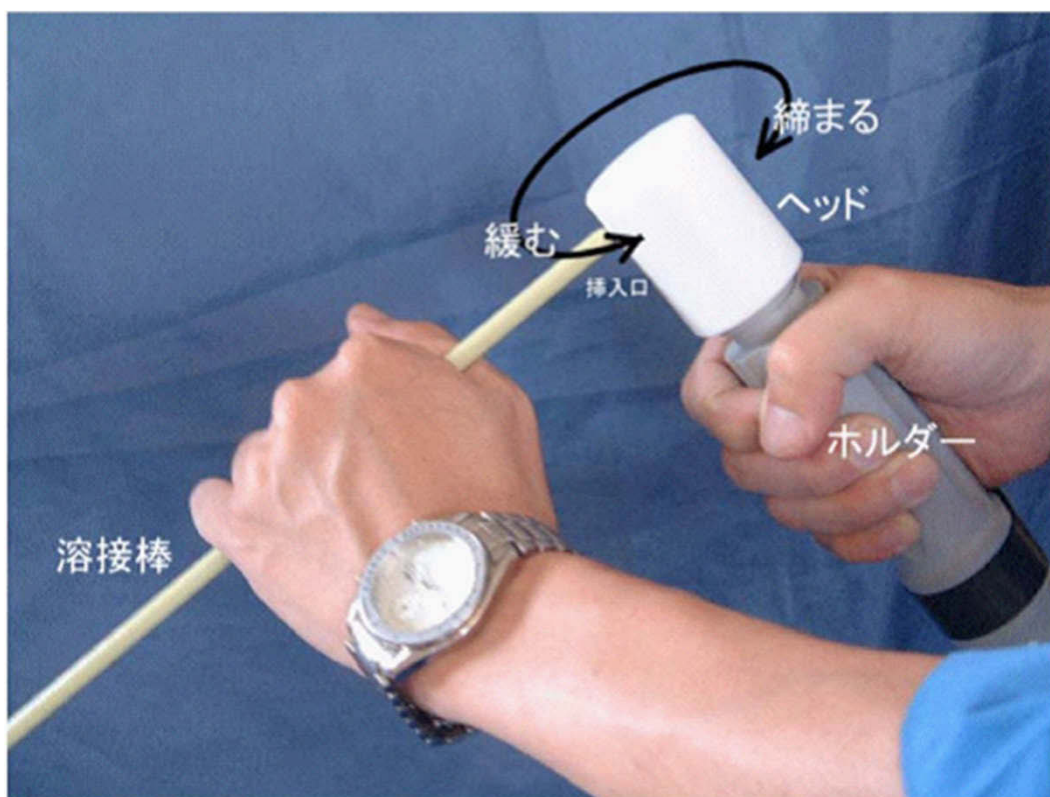
※受注生産品として3.2mmもございます

水中溶接ホルダー 《 W62K-W52WL 》

W62Kホルダーは、本体を絶縁体（テフロン、塩ビ）で構成し、38mmの被覆ケーブル2mを備えたもので、水中下における溶接棒の着脱が容易で、また、作業性も良いことから幅広い支持を得ております。溶接棒の着脱は次のように行います。（略図参照）

まず、ホルダーのヘッドを緩め、溶接棒をヘッドの挿入口へ差し込んだのち、ヘッドを時計回りに回転させれば容易に固定し、逆回転で離脱ができるようになっております。

－水中溶接棒の取り付け方法－



溶接結果例

水中溶接実験用シミュレータ（直径3m、高さ4.62m、円筒型、空気加圧 式、最高ゲージ圧（0.195Mpa）を用い、溶接技術を習得した潜水土により、水中溶接棒（AQ-414）を用い、水深4mで母材JIS-SS-41（板厚9mm及び、16mm）突合せ継ぎ手の下向き姿勢、手溶接施工法確認試験による溶接結果の一例を示せば次の通りである。

1. 引張り強度試験（JIS Z-3121 板厚16mm） 母材部破断 37.6kg/mm²
2. 降伏点 :32.8kg/mm²
3. 2mmVノッチシャルピー吸収エネルギー（0℃ほぼ標準サイズ） 5.1kg/m

水中作業の安全管理

1. 作業は「ガス溶接技能講習」「アーク溶接特別教育」相当の受講者でかつ「潜水土」の資格を持つ潜水作業熟練者が行って下さい。
2. 必ず有資格者に行わせ、水中の単独作業を禁止し、また見張員を協力させる。
3. 水中熔断・溶接等を行うダイバーは、あらかじめ陸上で熔断や溶接を訓練し習熟させておく。
4. 機器の取扱法を完全に理解させ、注意深く使用させる。
5. 水中水中熔断・溶接を行うときは、作業用具を適切な場所に整頓しておく。
6. ダイバーの行動範囲は、水深を半径とする円周内に留めることが適当である。
7. 水中熔断・溶接に使用する足場は、作業姿勢に無理がなく作業に適したものを適当な位置に設けること。
8. ダイバーに連絡するホース、手網、キャブタイヤケーブル等を整理し、これらを 熔断・溶接作業箇所に近づけず、また障害物にからまないよう十分注意させる。
9. 作業中のキャブタイヤケーブル等には、溶接機及び圧力調整器の近くに使用者の名札を付けておく。
10. 水上で支援するものは、水中作業を理解し、アーク作業の特別教育修了者が望ましい。

水中熔断・溶接作業の安全管理

1. 水中爆発に注意させる。

事前に水中熔断・溶接作業の現場の半径15m以内に可燃性爆発物体（ガス状・液状・固形物）がないことを調査確認すること。水中スパークは一般に水中の全ての方向、特に上方に向かって遠くまで走ることが知られている。

2. 狭い作業場所又は汚濁の著しい作業場所において、水中熔断及び溶接作業を行うときは、複数のダイバーで行わないこと。

3. 感電防止に留意させる。

（ア）ダイバーは電流が通じている際には、常にアースの接地点に面して作業を行うものとし、熔断や溶接作業は、全て自分と接地点との中間で実施しなければならない。すなわち激しい電撃障害を防止するため、自己の身体はもちろん、伝導装置のいかなる部分でも決して電流回路の一部にならないよう十分に注意する。

（イ）水中作業の電源は必ず直流電源を使用し、原則として正極性（棒マイナス）で使用する。

（ウ）接地は確実にとらせること。この場合、電解を最小限にするような適当な位置にアースをとり、アース地点には決して背を向けてはならない。

（エ）ケーブル接続部、トーチの絶縁、電源回路の接点は、しばしば点検し漏電に注意する。

（オ）ホルダーは、熔断・溶接棒をくわえる部分以外は完全に防水絶縁したものを使用する。

4. ダイバーはメタンガスや熔断・溶接にともなう電解によって生ずる気化の水素ガスの徴候に注意し、溜ったガスを排除するとともにその小爆発に備えて、ヘルメット、伝導装置の全金属部を定期的に点検するものとする。

5. 熔断棒・溶接棒の交換は慎重に行わせる。その場合には、見張員を通じて必ず“断”とすること。また、トーチやホルダーを水中に携行し、あるいはこれを持って浮上する場合は、熔断棒・溶接棒は必ずはずして行動すること。

6. アーク発生の作業には、ゴム又はビニール製の手袋を着用し原則として特殊レンズ付きのアイシールドを使用する。

水中熔断・溶接溶接機器等の安全管理

1. 水中熔断・溶接に使用する熔断・溶接棒等のホルダーは、絶縁効力及び耐熱性を有するものを使用すること。
2. 溶接用ケーブル、ホルダー等は、規格又は老化のないものを使用する。
《安衛則331・336》
3. 酸素調整器は、十分余裕のある容量のものを使用し、氷結防止に特に留意する。
4. 酸素調整器・ホース・附属品・ホルダー等酸素関係器具は、清浄で油分のないものを使用させる。可燃性潤滑剤は絶対に使用させてはならない。
5. 作業終了後、ホルダー等は清水で洗浄し、努めて乾燥させておく。

アーク溶接機等の点検・保守について

- (1) 1ヶ月に1回以上、次の設備について点検すること。
 1. 発 電 機
 2. アーク溶接機
- (2) 作業前に次の項目について点検すること。
 1. アーク溶接機の回転部、軸受けの潤滑油の有無
 2. 電気的な接続の良否
 3. アーク溶接機の電圧及び溶接用ケーブルと接続部の損傷の有無
 4. 溶接用ケーブルの損傷の有無

《安衛則352》

06

Effect of current on the human body

人体に対する電流の影響

人体に対する電流の影響は、電流の周波数や電流値などによって異なり、また個人によっても異なる。（表1）は、これまでに調査された電流の影響であるが、直流による男子の場合で安全電流範囲は30mA・s程度で商用周波数の場合はこの値の1/4程度が安全電流である。

－表1 人体に対する電流の作用－

電撃の影響	直流		交流			
			60Hz		10,000Hz	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子
感知電流、少しちくちくする	5.2mA	3.5mA	1.1mA	0.7mA	12mA	8mA
苦痛を伴わないショック、筋肉が自由にきく	9	6	1.8	1.2	17	11
苦痛を伴うショック、筋肉が自由にきく	62	41	9	6	55	37
苦痛を伴うショック、離脱の限界	74	50	16	10.5	75	50
苦痛を伴うショック、筋肉硬直、呼吸困難	90	60	23	15	94	63
心室細動の可能性あり、通電時間0.03sec	1,300	1,300	1,000	1,000	1,100	1,100
心室細動の可能性あり、通電時間3.0sec	500	500	100	100	500	500
心室細動が確実に発生する	上記の値を2.75倍する					

－表2 水中熔断・溶接における電撃の影響－

感電の形態	条件	人体電流	電撃の程度	安全性
溶接棒からの漏れ電流に基づく海中電位差による感電	電撃電圧80V溶接棒傍と2m遠方との間の位差1V	0.7mA	電流が体内に流れたことを関知しない	安全
ホルダー開口部からの漏れ電流に基づく海中電位差による感電	電撃電圧80Vホルダー開口部近傍と2m遠方の間の電位差0.4V	0.3mA	電流が体内に流れたことを関知しない	安全
溶接棒先端と溶接母材の双方に接触したとき	電源電圧80V	53mA	苦痛を伴うショックが起こるが、筋肉の自由はきき離脱できる	一応、生命の危険はないが、ショックによる二次的災害に注意する
溶接棒先端にのみ接触	電源電圧80V	53mA	向上	向上
母材にのみ接触	電源電圧80V	0.7mA	電流が体内に流れたことを関知しない	安全
充電したホルダーを持って空中に浮上したとき	電源電圧80V	40mA	苦痛を伴うショックが起こるが、筋肉の自由はきき離脱できる	一応、生命の危険はないが、ショックによる二次的災害に注意する

水中熔断・溶接の安全性

水中熔断・溶接の安全性について、数種の感電形態を想定して検討する。ここで、溶接電流は全て直流とし、海中の電位勾配は実測値を用いて計算することとした。検討結果は（表2）の通りである。

（表2）に見られるように、水中熔断・溶接棒などからの漏れ電流によって海水中に発生する電位勾配下では、体内電流は非常に微弱で安全上全く問題がない。一方、無負荷状態で人体が溶接棒に直接接触したときは、数10mAの体内電流が流れることが推定されるが、この場合でも生命の危険はない。しかし相当のショックを受けるので、あわてて潜水位置の保持をあやまり、急浮上や海底に墜落したりするようなことがあると、潜水障害を受けることになりかねない。

従って、充電部には直接人体を接触させないよう注意を要する。また充電したホルダーを持って空中に浮上すると、かなりの電撃を受けるので、このようなことを行わないような注意も必要である。

これまで、圏内はもとより、海外においても多くの水中熔断・溶接が行われてきたが、電氣的な災害を受けた例は聞かない。このことは、水中熔断・溶接の安全性の高さを実証するものである。水中熔断・溶接を行う者は、潜水の熟練者であると同時に溶接に関する熟練者でもあるので、安全に対する配慮が十分なためであろう。充電部に接触するようなことさえしなければ、水中熔断・溶接はきわめて安全であると言えるのである。

■関係諸法令の略号

労働安全衛生規則

安衛則

■参考文献

海洋開発工事安全公害対策本部保安対策部会, (1981)

海上工事安全施行要領

運輸省港湾局監修, (1983)

港湾工事安全施工指針, 日本埋立浚渫協会発行

海洋技術工業会編集委員会, (1985)

海洋技揃ハンドブック, 海洋技術工業会

本製品に関するお問い合わせについて

酸素アーク工業株式会社

〒813-0062 福岡県福岡市東区松島4丁目7番10号

TEL.092-611-0364 FAX.092-621-8775

Mail : eigyo@sansoarc.co.jp