



東京電力福島第一原子力発電所の
炉内構造物解体を想定した
プラズマ切断技術による適用性試験

Applicability Test of Plasma Cutting Technology
for Dismantling of the Core Internals
of Fukushima Daiichi NPS

手塚 将志 中村 保之 岩井 紘基 佐野 一哉

Masashi TEZUKA, Yasuyuki NAKAMURA, Hiroki IWAI and Kazuya SANŌ

バックエンド研究開発部門
原子炉廃止措置研究開発センター
技術開発部

Technology Development Department
Fugen Decommissioning Engineering Center
Sector of Decommissioning and Radioactive Waste Management

March 2016

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Technology

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究連携成果展開部 研究成果管理課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Institutional Repository Section,
Intellectual Resources Management and R&D Collaboration Department,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2016

東京電力福島第一原子力発電所の炉内構造物解体を想定した プラズマ切断技術による適用性試験

日本原子力研究開発機構 バックエンド研究開発部門
原子炉廃止措置研究開発センター 技術開発部
手塚 将志、中村 保之、岩井 紘基、佐野 一哉

(2015年12月11日 受理)

東京電力株式会社福島第一原子力発電所(以下、「1F」という)は、炉心溶融に至ったと報告されており、炉内構造物は原形を留めておらず、溶融燃料と混在し複雑狭隘な状態にあると想定される。このような状態の中、溶融再凝固した炉内構造物の取出しに向けて、水中切断が可能なプラズマアーク切断技術について、2012年度から3ヶ年で切断試験を通じて技術開発を進めてきており、炉内構造物等の取出しに有効な工法であることを確認した。

初年度の成果は、既刊の報告書“JAEA-Technology 2013-040 プラズマアーク切断工法による炉内溶融金属等の取出しに向けた技術開発”で報告済みであるが、本報告書は、これを含む3ヶ年の集大成として取り纏めたものである。

切断試験では、2012年度に取得した基礎的な切断データを踏まえ、2013、2014年度では、切断条件の差異による影響確認、切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の有効性確認を行った。

具体的には、溶融金属を含む原子炉構造物の模擬試験体を用いた要素試験を実施し、切断対象物に応じて切断条件の最適化を図ることにより、熱的切断の課題であるドロス発生抑制が可能であることを確認した。また、格納容器下部等に堆積していると想定される厚みが不明な燃料デブリに対し、対象を事前に加熱することで切断能力の向上を図る手法を構築した。さらに、プラズマアークで切断不可能なセラミック等の非導電材も切断可能なプラズマジェットと組み合わせた連携切断手法により、燃料デブリと溶融金属の混合材(模擬試験体)でも切断が可能であることを確認した。

これらの成果から、プラズマ切断技術は、種々の条件に応じた最適な切断条件を設定することにより、燃料デブリ及び炉内溶融金属の取出し作業へ適用できる見通しを得た。

Applicability Test of Plasma Cutting Technology for Dismantling of the Core Internals
of Fukushima Daiichi NPS

Masashi TEZUKA, Yasuyuki NAKAMURA, Hiroki IWAI and Kazuya SANO

Technology Development Department, Fugen Decommissioning Engineering Center,
Sector of Decommissioning and Radioactive Waste Management,
Japan Atomic Energy Agency
Myojin-cho, Tsuruga-shi, Fukui-ken

(Received December 11, 2015)

It was reported that Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (1F) had lost the cooling function of the reactor by the Tohoku Earthquake. It is assumed that the core internals became narrow and complicated debris structure mixed with the molten fuel. In consideration of the above situations, the plasma arc cutting method, which can be used in the water, has been developed for the removal of the molten core internals through cutting tests for 3 years since FY 2012. And it was confirmed that the plasma arc method is useful for the removal of the core internals etc.

The results in FY 2012 were reported in “R&D of the fuel debris removal technologies by plasma arc cutting technology (JAEA-Technology 2013-040)” and this report summarizes the results of FY 2012, 2013 and 2014.

The effects of difference of the cutting conditions, improvement of the cutting performance and applicability of methods for the composite material cutting were confirmed in the tests of the FY 2013 and 2014 based on the results of FY 2012.

At first, we conducted some basic tests by using the specimen of the core internals with the molten metal. And it was confirmed that the suppression of dross is possible by optimization of cutting conditions. The cutting performance improvement method by heating the cutting objects in advance was developed for the removal of the fuel debris, which is assumed to exist on the bottom of the reactor pressure vessel, with unknown thickness. Moreover it was confirmed that the mixed material with the fuel debris and the molten metal can be cut by the combination method by the plasma arc and the plasma jet that can cut the non conductive material.

According to these results, we confirmed that plasma cutting method can be applied for the removal of the fuel debris and the molten core internals.

Keywords: Plasma Cutting, Fukushima Daiichi NPS, Dismantlement

目 次

1. はじめに.....	1
2. プラズマ切断技術による切断試験.....	2
2.1 目的.....	2
2.2 試験期間.....	2
2.3 試験装置.....	2
2.4 試験体.....	3
2.5 試験項目及び試験条件.....	4
2.5.1 切断基礎データの取得.....	4
2.5.2 切断条件の差異による影響確認.....	5
2.5.3 切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の有効性確認.....	7
2.6 試験結果.....	9
2.6.1 切断基礎データの取得.....	9
2.6.2 切断条件の差異による影響確認.....	10
2.6.3 切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の有効性確認.....	11
2.7 考察.....	12
2.7.1 切断基礎データの取得結果からの考察.....	12
2.7.2 切断条件の差異による影響確認結果からの考察.....	14
2.7.3 切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の有効性確認結果からの考察.....	15
3. まとめ.....	17
参考文献.....	18
付録 切断試験データシート.....	49

Contents

1. Introduction	1
2. Plasma Cutting Test	2
2.1 Purpose	2
2.2 Test Period	2
2.3 Test Equipments	2
2.4 Specimen	3
2.5 Test Contents and Conditions	4
2.5.1 Acquisition of Cutting Basic Data	4
2.5.2 Effect of Cutting Conditions	5
2.5.3 Cutting Method for Cutting Capacity Improvement and Composite Material Cutting	7
2.6 Test Contents	9
2.6.1 Acquisition of Cutting Basic Data	9
2.6.2 Effect of Cutting Conditions	10
2.6.3 Cutting Method for Cutting Capacity Improvement and Composite Material Cutting	11
2.7 Test Results	12
2.7.1 Acquisition of Cutting Basic Data	12
2.7.2 Effect of Cutting Conditions	14
2.7.3 Cutting Method for Cutting Capacity Improvement and Composite Material Cutting	15
3. Concluding Remarks	17
References	18
Appendix Data Sheet of Cutting Tests	49

表リスト

表 1	600A 出力プラズマ装置 (SUPER600) 主要仕様	34
表 2	200A 出力プラズマ装置 (MAX200) 主要仕様.....	35
表 3	SUPER600 用トーチ主要仕様.....	35
表 4	SUPER600 用トーチリード主要仕様.....	36
表 5	電極の融点及び沸点	36
表 6	水中切断試験用タンク 主要仕様	36
表 7	水中切断試験装置主要仕様.....	36
表 8	試験体仕様.....	37
表 9	主な試験条件	38
表 10	H24 年度 プラズマ切断装置 (MAX200) による切断試験結果	39
表 11	H24 年度 プラズマ切断装置 (SUPER600) による切断試験結果	40
表 12	H25 年度 プラズマ切断装置による切断試験結果	41
表 13	H26 年度 プラズマ切断装置による切断試験結果	43

図リスト

図 1	プラズマアーク切断試験機器全体構成	19
図 2	プラズマアーク切断概念図	20
図 3	プラズマガス噴流方式	20
図 4	水中切断試験用タンク概略図（2軸試験装置）	20
図 5	水中切断試験用タンク外観写真（2軸試験装置）	21
図 6	水中切断試験用タンク概略図（3軸試験装置）	21
図 7	水中切断試験用タンク外観写真（3軸試験装置）	22
図 8	2軸及び3軸切断試験装置	22
図 9	試験体外観写真及び形状並びに物性値	23
図 10	切断方向イメージ図	24
図 11	プラズマアークトーチ先端部分解図	24
図 12	プラズマアーク及びプラズマジェット切断原理	24
図 13	プラズマ連携切断ヘッド写真	25
図 14	プラズマアーク・プラズマジェット連携並列切断試験	25
図 15	プラズマアーク・プラズマジェット連携直列切断試験	26
図 16	プラズマジェット 10 分間加熱・プラズマアーク切断試験	27
図 17	金属・セラミック異種材料同時切断試験	28
図 18	プラズマ連携複合材（積層配置）切断試験	29
図 19	切断方向の差異による影響	30
図 20	試験体材質の差異による影響	30
図 21	スタンドオフによる影響	31
図 22	板厚による切断速度の影響	31
図 23	試験体形状追従試験	32
図 24	加熱による切断能力向上確認試験	33

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災により東京電力株式会社福島第一原子力発電所（以下、「1F」という）は炉心冷却機能を喪失し炉心溶融に至ったと報告されている。今後、廃止措置を進めるに当たっては、溶融燃料や炉内構造物等を撤去する必要があるが、これらは原形を留めておらず、溶融燃料が炉内構造物等と混在した状態で再凝固した燃料デブリとなっており、複雑狭隘な状況にあると想定される。このような状態においても安全かつ確実に切断撤去作業を進めるためには、切断対象である燃料デブリや溶融した炉内構造物の状況に応じて柔軟に切断技術を選定する必要がある。

原子炉廃止措置研究開発センター（以下、「ふげん」という）は、自らの原子炉解体に向けて、国内外の原子炉廃止措置への適用実績があり、水中でも使用可能であるプラズマアーク、アブレイシブウォータージェット（以下、「AWJ」という）及び近年開発が著しくエネルギー変換効率が高いレーザ等の各種切断工法について、気中及び水中にて切断試験を行い技術開発を進めてきた。1)、2)、3)、4)

「ふげん」では、これら知見を有する切断工法のうち、熱的切断技術であるプラズマアーク切断工法及び機械的切断技術である AWJ 切断工法について、2012年度から3年かけて、燃料デブリ及び溶融した炉内構造物等の取出し作業に適用可能か確認する技術開発も進めてきたところである。5)、6)、7)、8)、9)

このうち、本稿は、プラズマアーク切断工法を用いた切断試験結果等を取り纏めたものである。なお、2012年度の成果については、過年度に報告済み⁶⁾であるが、集大成となる本稿では、その概要についても記載する。

プラズマアーク切断工法による切断試験では、溶融金属を含む原子炉構造物の模擬試験体を用いた要素試験を実施し、切断対象物に対する切断速度、出力、スタンドオフ等の切断条件の最適化を図ることで、熱的切断の課題であるドロス発生の抑制が可能であることを確認した。また、格納容器下部等に堆積していると想定される燃料デブリの性状や厚み等は現在不明であり、想定以上の厚みであった場合も考慮し、対象部材を事前に加熱することで切断能力の向上を図る手法も構築した。

さらに、プラズマアークで切断不可能なセラミック等の非導電材も切断可能なプラズマジェットと組み合わせ、非導電性の燃料デブリをプラズマジェットにより切断・破碎し、導電性を有する炉内構造物に対しては、切断能力の高いプラズマアークにより切断する連携切断手法により、燃料デブリと溶融金属の混合材（模擬試験体）でも切断が可能であることを確認した。

これらの成果から、プラズマ切断技術は、種々の条件に応じた最適な切断条件を設定することにより、燃料デブリ及び炉内溶融金属の取出し作業へ適用できる見通しを得た。

2. プラズマ切断技術による切断試験

2.1 目的

1Fの炉内状況は、熔融燃料が炉内構造物等と混在した状態で再凝固した燃料デブリや炉内構造物が熔融し再凝固した熔融金属等が混在した状態となっており、複雑狭隘な状況にあると想定されることから、通常プラントの廃止措置とは異なる条件での取出し技術開発が必要となる。

「ふげん」では、これまでに「ふげん」の原子炉解体工法選定のために、海外での適用実績があり、水中で使用可能なプラズマアーク切断技術を用いた切断試験や技術開発を実施してきており、これまでに得られた知見を活用し、1Fの燃料デブリ及び炉内熔融金属等の取出しに向けた切断技術開発として、切断条件の差異による影響確認、切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の構築等の観点で要素技術開発を行ってきた。

切断試験の実施は、以下の技術開発フロー（ステップ）で行った。

【ステップ1（切断基礎データの取得）】

- ・ プラズマアーク切断技術を用いた一般鋼材に対する基礎データの取得及び最適な切断条件の抽出

【ステップ2（切断条件の差異による影響確認）】

- ・ プラズマアーク切断技術を用いて、切断条件（材質、切断方向、試験体加熱等）の差異による切断能力への影響確認

【ステップ3（切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の有効性確認）】

- ・ プラズマアーク切断技術の特徴を活かした単独工法による効果的な切断手法の確認
- ・ 燃料デブリの一部物性を模擬したセラミック材（非導電性）の切断/破砕が可能なプラズマジェット切断技術とプラズマアーク切断技術の連携切断手法による有効性確認

2.2 試験期間

2013年3月12日～2015年2月26日（このうち切断試験は実質58日間）

2.3 試験装置

(1) 構成

プラズマアーク切断試験の機器全体構成を図1に示す。図2にプラズマアーク切断の概念図を示す。

(2) 仕様

試験装置は、出力600Aプラズマ電源装置（以下、「SUPER600」という。）、出力200Aプラズマ電源装置（以下、「MAX200」という。）、切断トーチやプラズマガス、

シールドガス及び防水ガスを操作する制御盤及び水中試験用タンク（最大水深約 2.5m）を使用する。各機器の主な仕様を以下に示す。

① プラズマ電源装置（「SUPER600」及び「MAX200」）

「SUPER600」の主要仕様を表 1、「MAX200」の主要仕様を表 2 に示す。

② 切断トーチ及びトーチリード

「SUPER600」の切断トーチ電極は、ステンレス材に対して高い切断能力を得るためにプラズマガスとして水素等を使用する設計であるため、非酸化状態で高融点であるタングステン（W）を使用している。タングステン電極は他電極と比較し最も融点が高く耐消耗性が良いことから針形状で使用できるため、プラズマガスの噴流は厚板の切断に優れる軸流方式が採用されている。なお、一般的に軸流方式は、直進性が高く厚板切断に適しており、これに対して旋回流方式ではプラズマが広がり易い特徴があるとされている（図 3 プラズマガス噴流方式）。「SUPER600」の切断トーチ及びトーチリードの主要仕様を表 3、表 4 に示す。

一方、「MAX200」の切断トーチは、軟鋼（炭素鋼）切断用に酸化反応も付加するためにプラズマガスとして酸素を使用する設計であるため、電極に酸化物の融点が高いハフニウム（Hf）を使用している。しかしながら、酸化ハフニウムでも上述のタングステンに比べ融点が高いため電極の耐消耗性を確保することを目的に、水冷の銅棒に埋め込み、さらに先端をフラット形状としている。また、フラット部分でのアーク放電位置を中央に安定させるために、プラズマガスは旋回流としている（図 3 プラズマガス噴流方式）。各電極材質の融点及び沸点を表 5 に示す。

③ 水中試験用タンク

水中試験用タンクの主要仕様を表 6、水中試験用タンクに 2 軸水中切断試験装置を取り付けた概略図及び外観写真を図 4、図 5 に、3 軸水中切断試験装置を取り付けた概略図及び外観写真を図 6、図 7 に示す。

④ 水中切断試験装置

水中切断試験装置の主要仕様を表 7、外観写真を図 8 に示す。

2.4 試験体

試験体は、平型形状及び連続的に切断深さのデータを取得できる矢型形状とし、材質は 1F の炉内構造材で主に使用されているステンレス鋼（SUS304）、炉内構造材（SUS304）と燃料被覆管材料（Zry-2）の熔融再凝固を模擬した試験体、原子炉圧力容器に使用されているクロム・モリブデン鋼（SQV2A）及び燃料デブリの一部物性を模擬したセラミック試験体（アルミナ）を用いた。各試験体仕様を表 8、試験体外観写

真及び形状並びに物性値を図 9 に示す。

2.5 試験項目及び試験条件

切断試験項目の概要と試験条件を以下に示す。また、各切断試験におけるガス流量、スタンドオフ、切断速度等の主な試験条件を表 9 に整理した。

2.5.1 切断基礎データの取得（ステップ 1）⁶⁾

(1) 切断雰囲気による切断能力影響確認試験

1F の燃料デブリ取出作業は、福島第一原子力発電所廃止措置ロードマップによれば、作業被ばくの低減等の観点から圧力容器及び格納容器を水で満たした後に実施する計画とされている。このため、切断時の水中雰囲気が切断能力に及ぼす影響を確認した。また、水深による影響も合わせて確認した。

(2) プラズマガスによる切断能力影響確認試験

プラズマアーク切断工法は、図 2 に示すとおり、導電性のある切断対象物と切断トーチ間に高温のプラズマアークを発生させ、対象物を溶融し、更にプラズマガスで溶融物を除去することで切断を行う工法である。このため、プラズマガスの種類及び流量が切断能力に及ぼす影響を確認した。なお、プラズマガスの種類は、一般的に切断対象物の材質に応じて使分けを行うものであり、今回の試験で主に切断対象とするステンレス鋼は、含有しているクロム及びニッケルが酸化することで融点が上昇（SUS304／融点：約 1,450℃、酸化クロム／融点：約 2,435℃、酸化ニッケル／融点：約 1,955℃）するため、プラズマガスに酸素（O₂）は使用せず、アルゴン（Ar）と窒素（N₂）の混合ガスやアルゴン（Ar）と水素（H₂）の混合ガスを使用した。

(3) シールドガスによる切断能力影響確認試験

気中におけるシールドガスの役目は、図 2 に示すとおり、プラズマガス噴流の外側に噴射してプラズマアークの周囲を冷却することでサーマルピンチ効果によりプラズマガスが収束し、エネルギー密度が高くなることで切断能力の向上が図られる。また、水中においては、水中に空洞を形成することによりプラズマガス噴流を保護する役割がある。このため、シールドガスの流量の増減が切断能力に及ぼす影響を確認した。

(4) スタンドオフによる切断能力影響確認試験

切断対象である溶融炉内構造物の表面は平滑ではない可能性が高いことが想定される。このような構造物を切断するためには、切断対象物と切断トーチの距離（スタンドオフ）の変動に対する裕度が求められる。この他、狭隘構造のために切断ト

ーチを近づけることが困難な場合も想定されることから、スタンドオフの増減による切断能力の影響を確認した。

(5) 切断トーチ（ノズル径）による切断能力影響確認試験

プラズマガスの流量を一定とした場合、プラズマガスを噴射させるノズルの径により出口流速や噴射の広がりに影響を及ぼす。このため、切断トーチ部のノズル径が切断能力に及ぼす影響を確認した。

2.5.2 切断条件の差異による影響確認（ステップ 2）⁷⁾

切断試験においては、出力が異なる 2 種類の試験装置を用いており、基礎試験の結果を下に下記に示す標準条件を設定した。

- ・ SUPER600：標準条件（プラズマ出力:600A／ノズル径:φ 4.5mm／プラズマガス (Ar+H₂):60+30L/min／シールドガス(Air):40L/min／切断速度:60mm/min／切断雰囲気:水中(1.0m))
- ・ MAX200：標準条件（プラズマ出力:200A／ノズル径:φ 4.2mm／プラズマガス (Ar+N₂):20+10L/min / シールドガス (Air):80L/min / 切断速度:120mm/min／切断雰囲気:水中(1.0m))

(1) 切断方向の差異による切断能力影響確認試験

これまでの切断試験時の状況から、水平横方向からの切断時には切断ドロスが試験体内部に堆積するとともに、切断部近傍にも付着し、切断進行を阻害している可能性があった。また、1F 炉内容融金属等の取出しに当たっては、対象物が不定形状であることや炉内状況が狭隘であること等が想定されるため、これらの環境下で効率的に切断するためには、種々の切断方向からのアクセスが必要となる可能性がある。

このため、切断方向は、トーチの向きと切断の進行方向の組合せで下記の 4 方向で切断試験を実施した。切断方向イメージ図を図 10 に示す。

- ① トーチ水平－X 軸方向切断
- ② トーチ水平－Y 軸上方向切断
- ③ トーチ水平－Y 軸下方向切断
- ④ トーチ垂直－X 軸方向切断

(2) 複数回切断による切断能力影響確認試験

1F 溶融金属等の厚板部材切断のためには、1 回の切断では切り離すことが困難な場合が想定される。このため一度切断した位置をプラズマアークで再切断可能であるが、また、複数回切断することで切断深さが向上するか確認した。

ここで、複数回切断の方法は、金属試験体に対して 1 回目の切断後に切断開始位置に戻り、再度アークを点火させるために切断線を約 5mm ずらした位置から 2

回目の切断を実施した。

(3) 試験体材質の影響確認試験

これまでの切断試験では、基礎データ取得のため、1F 炉内構造物で主に使用されている SUS304 及び比較のために汎用炭素鋼 S45C を用いて、一般鋼材に対する切断試験を行ってきた。本試験では試験体材質による切断性の影響を確認するため、1F の炉内主要構造物材 (SUS304) と燃料被覆管等 (ジルコニウム合金) の熔融再凝固を模擬した試験体及び原子炉圧力容器の材質を模擬した試験体を用い、これまでに切断対象としてきた SUS304 と比較するとともに、切断対象物の熱的物性と切断能力との相関について確認を行った。

使用した試験体は以下のとおりである。

① 炉内構造物試験体

(a) ステンレス鋼 (SUS304)

② 熔融再凝固した炉内構造物の模擬試験体

(a) SUS304 と Zry-2 の混合試験体

(模擬試験体製作は、空冷による自然冷却及び水冷による強制冷却を行った 2 種類)

- ・ SUS304 (95wt%) + Zry-2 (5wt%)
- ・ SUS304 (85wt%) + Zry-2 (15wt%)

(b) SUS304 と Zr-2.5%Nb の混合試験体

(模擬試験体製作は、空冷による自然冷却及び水冷による強制冷却を行った 2 種類)

- ・ SUS304 (85wt%) + Zr-2.5%Nb (15wt%)
- ・ SUS304 (70wt%) + Zr-2.5%Nb (30wt%)

③ 圧力容器の模擬試験体

(a) クロム・モリブデン鋼 (SQV2A (A533B 相当)) 試験体

(4) プラズマ噴流方式の差異による切断能力影響確認試験

水中切断においては、プラズマガスの周囲を噴流するシールドガスによる空洞で気中雰囲気を形成し、その中をプラズマガスが噴出して切断を行っている。プラズマガスの噴流方式は、一般に電極の耐久性の観点から材質及び形状に応じて軸流方式又は旋回流方式が選択される。今回試験に使用した切断装置 (SUPER600) では、一般的にドロス除去に効果的とされる軸流方式が採用されている。本試験では、プラズマ噴流方式の差異による切断性の影響を確認するため、噴流方式を旋回流方式に変更し、切断能力とスタンドオフへの影響を確認した。合わせてそれぞれの場合の切断能力を確認した。

プラズマガスの噴流方式の変更は、トーチ内部の部品 (センタリングストーン) を取り替えることにより可能であり、軸流方式から旋回流方式に変更して切断試験

を行った。プラズマアークトーチ先端部分解図を図 11 に示す。

(5) スタンドオフ拡張試験及び切断能力確認試験

プラズマアークでは、スタンドオフが離れ、アーク電圧が定格を超過するとアークが失火する。このため水中での限界スタンドオフを確認するとともに、一旦アークが点火した状態でスタンドオフを拡張させていく場合の限界スタンドオフを確認した。

(6) 切断条件最適化確認試験

炉内容融金属等の切断では、切断対象は不定形状であることが想定される。このため、これまでの切断試験結果から得られた知見を基に、不定形状な切断対象物に対して 3 軸駆動装置を用いて適切なスタンドオフ範囲を維持し、また対象物厚さに応じた適切な切断速度域で駆動させる最適な切断条件を設定し、効率的に切断できることを確認した。

ここでは、ドロス詰りによる切断進行の阻害を回避するため、スタンドオフは 15～20mm、切断速度は 50～900mm/min の範囲で調整することにより、カーフ幅を広げ過ぎずドロス発生量の少ない効率的な切断条件の抽出を行った。

2.5.3 切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の有効性確認（ステップ 3）⁹⁾

(1) 試験体加熱による切断能力向上確認試験

過去の切断試験の知見から、熱的切断においては切断時の対象物への加熱が切断能力に影響を与え、特に水中雰囲気では、切断時の熱が放熱され加熱効果が低減されることにより、切断能力の低下が顕著になることが確認されている。このため水中雰囲気において、切断能力を向上させるための手法として、プラズマアーク単体を用いて加熱する手法及びプラズマジェットを用いて試験体の加熱を行いつつ、プラズマアークで切断を行う連携手法による有効性確認を行った。図 12 にプラズマアークとプラズマジェット切断原理を示す。

① プラズマアーク切断技術単体による加熱

矢型試験体を用いて 1 回目の切断で試験体端面から端面までプラズマアークにより加熱を行い、当該切断線近傍で 2 回目の切断を実施する方法で試験を行った。

② プラズマジェット切断技術との連携による加熱

プラズマアーク切断工法とプラズマジェット切断工法との連携として、3 軸水中切断試験装置の Z 軸フレーム先端部に 2 体の切断ヘッドを取り付けて試験を行った。プラズマ切断の連携状態のトーチ部写真を図 13 に示す。

(a) プラズマアーク・プラズマジェット並列配置切断

プラズマアーク切断時に、プラズマジェットをプラズマアークと並走させて試験体を加熱し、その加熱効果による切断能力への影響を確認した。試験方法を図 14 に示す。

(b) プラズマアーク・プラズマジェット直列配置切断

上記(a)では、切断ヘッドの固定治具の関係上、プラズマアークとプラズマジェットの切断位置が離れており、加熱効果の低下が懸念されるため、プラズマジェットを先行して走行させ、同一線上をプラズマアークで切断する方法で、加熱効果による切断能力への影響を確認した。試験方法を図 15 に示す。

(c) プラズマジェット 10 分間加熱・プラズマアーク切断

プラズマジェット切断は、予備試験の結果から、今回の装置環境では冷却水循環装置の冷却水温度上昇の制約のため、400A 出力時で連続切断時間は 10 分程度が上限である。このため、プラズマジェット (400A 出力) を用いて試験体全体を 10 分間の連続的な加熱後にプラズマアークにより切断を行い、その加熱効果による切断能力への影響を確認した。また、トーチのチップ径は、予備試験の結果から、耐久性を考慮して $\phi 5.0\text{mm}$ を使用している。試験方法を図 16 に示す。

(2) 金属及びセラミックの複合材切断

1F の炉内熔融金属等の取出しでは、導電材であるステンレス鋼等に加え、非導電材である燃料デブリが混在した状況が想定される。このため、金属とセラミックが積層状に堆積した状態を模擬し、プラズマアーク単体を用いた手法及び非導電材でも切断が可能なプラズマジェットによるセラミック破碎とプラズマアークによる金属切断を連携させた手法を用いて、複合材質切断手法の有効性確認を行った。

① プラズマアーク切断技術単体による複合材切断

燃料デブリ (非導電性) の表層に熔融金属層 (導電性) が形成されている場合を想定し、当該金属層 (ステンレス鋼: 板厚 50mm) をプラズマアークで切断することにより、その熔融熱を利用して下層のセラミックも併せて切断可能か否かを確認した。試験方法を図 17 に示す。

② プラズマジェット切断技術との連携による複合材切断

熔融金属層 (導電材) の表層にセラミック状燃料デブリ層 (非導電材) が形成されている場合を想定し、連携切断を用いて、当該セラミック層をプラズマジェットで切断 (破碎) し、セラミックが除去され露出した金属層をプラズマアーク

で切断する手法の有効性確認を行った。

切断試験は、セラミック（アルミナ）厚さ 10mm を表層とし、下層に金属（ステンレス鋼）厚さ 35mm を配置し、プラズマジェットにてセラミック層を段階的に破砕・切断し、プラズマアークで金属層を切断する方法で行った。なお、セラミック層の切断（破砕）では、プラズマアークノズル（ ϕ 15mm）が試験体奥に挿入できるように、セラミック層を幅 15mm 以上切断（破砕）することとした。試験方法を図 18 に示す。

2.6 試験結果

各切断試験の結果について以下に示す。また、試験結果の一覧を表 10～表 13 に示す。

2.6.1 切断基礎データの取得

(1) 切断雰囲気による切断能力影響確認試験

MAX200 使用時の主な試験結果を以下に示す。

- ・ 気中において、SUS304 を板厚 70mm まで切断可能
- ・ 水中（水深 0.5m）において、SUS304 及び S45C を板厚 50mm まで切断可能
- ・ 水深 2.0m において、水深 0.5m と同様に SUS304 を板厚 50mm まで切断可能

(2) プラズマガスによる切断能力影響確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。

- ・ プラズマガス Ar+H₂/40+20、60+30L/min において、SUS304 を板厚 100mm まで切断可能
- ・ プラズマガス Ar+H₂/60+20L/min において、SUS304 を板厚 96mm まで切断可能
- ・ プラズマガス Ar+H₂/60+40L/min において、SUS304 を板厚 90mm まで切断可能

(3) シールドガスによる切断能力影響確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。

- ・ シールドガス流量 20L/min において、SUS304 を板厚 90mm まで切断可能
- ・ シールドガス流量 40、60、80L/min において、SUS304 を板厚 100mm まで切断可能

(4) スタンドオフによる切断能力影響確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。

- ・ スタンドオフ 5mm において、SUS304 を板厚 100mm まで切断可能であったが、試験体表側に噴出したドロスの影響により切断トーチが損傷
- ・ スタンドオフ 10mm において、SUS304 を板厚 100mm まで切断可能（トーチ損傷なし）

(5) 切断トーチ（ノズル径）による切断能力影響確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。

- ・ノズル径φ4.5mmにおいて、SUS304を板厚100mmまで切断可能
- ・ノズル径φ5.5mmにおいて、SUS304の板厚100mmを切断不可

2.6.2 切断条件の差異による影響確認

(1) 切断方向の差異による切断能力影響確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図19に示す。

- ・①トーチ水平-X軸方向切断においてSUS304を板厚100mmまで切断可能
- ・②トーチ水平-Y軸上方向切断においてSUS304を板厚115mmまで切断可能
- ・③トーチ水平-Y軸下方向切断においてSUS304を板厚84mmまで切断可能
- ・④トーチ垂直-X軸方向切断においてSUS304を板厚105mmまで切断可能

(2) 複数回切断による切断能力影響確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。

- ・スタンドオフ10mmにおいてSUS304を切断したが、1回目切断によるドロスがトーチ側の試験体表面に発生したため、トーチを切断開始位置に戻すことができず2回目切断は不可であった。
- ・スタンドオフ15mmにおいてSUS304を切断したが、2回目切断時にアーク失火が頻発した。

(3) 試験体材質の影響確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図20に示す。

- ・溶融再凝固試験体（SUS304：Zry-2/95wt%：5wt%）において板厚107mmまで切断可能
- ・圧力容器試験体（クロム・モリブデン鋼）において板厚110mmまで切断可能

(4) プラズマ噴流方式の差異による切断能力影響確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。

- ・噴流方式軸流において、SUS304を板厚100mmまで切断可能
- ・噴流方式旋回流において、SUS304を板厚100mmまで切断可能

(5) スタンドオフ拡張及び切断能力確認試験

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図21に示す。

- ・スタンドオフ10mmにおいて、SUS304を板厚100mmまで切断可能

- ・スタンドオフ 15mm において、SUS304 を板厚 85mm まで切断可能
- ・スタンドオフ 20mm において、SUS304 を板厚 76mm まで切断可能
- ・スタンドオフ 22mm の場合、パイロットアークからメインアークに移行せず切断不可
- ・アーク点火状態からスタンドオフを徐々に拡張すると 30mm までアーク保持可能

(6) 切断条件最適化確認試験

SUPER600 使用時の各板厚に対する切断試験の結果から確認した最適切断速度を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図 22 に示す。

- ・板厚 30mm については、切断速度 600mm/min
- ・板厚 60mm については、切断速度 300mm/min
- ・板厚 80mm については、切断速度 150mm/min

上記確認結果を踏まえ、切断厚さに応じて切断速度を変速させた場合の対象物形状への追従切断試験を行い効率的に切断できることも合わせて確認した。切断後の試験体写真の代表例を図 23 に示す。

2.6.3 切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の有効性確認

(1) 試験体加熱による切断能力向上確認試験

① プラズマアーク切断技術単体による加熱

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体写真の代表例を図 24 に示す。

- ・試験体通常通り単体切断する手法において SUS304 を板厚 98mm まで切断可能
- ・試験体を加熱する切断手法において SUS304 を板厚 108mm まで切断可能

② プラズマジェット切断技術との連携による加熱

(a) プラズマアーク・プラズマジェット並列配置切断

MAX200 (プラズマアーク) 及び SUPER600 (プラズマジェット) 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図 14 に示す。

- ・プラズマアーク単体切断において、SUS304 を板厚 55mm まで切断可能
- ・連携 (トーチ間切断線距離 100mm) において、SUS304 を板厚 45mm まで切断可能
- ・連携 (トーチ間切断線距離 20mm) において、SUS304 を板厚 54mm まで切断可能

(b) プラズマアーク・プラズマジェット直列配置切断

MAX200 (プラズマアーク) 及び SUPER600 (プラズマジェット) 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図 15 に示す。

- ・プラズマアーク単体切断において、SUS304 を板厚 55mm まで切断可能

- ・連携切断において、SUS304 を板厚 55mm まで切断可能

(c) プラズマジェット 10 分間加熱・プラズマアーク切断

MAX200 (プラズマアーク) 及び SUPER600 (プラズマジェット) 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図 16 に示す。

- ・プラズマアーク単体切断において、SUS304 を板厚 55mm まで切断可能
- ・プラズマジェット 10 分間加熱後のアーク切断において、SUS304 を板厚 54mm まで切断可能

(2) 金属及びセラミックの複合材切断

① プラズマアーク切断技術単体による複合材切断

SUPER600 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図 17 に示す。

- ・板厚 10mm の下層セラミック (アルミナ) については切断可能
- ・板厚 20mm の下層セラミック (アルミナ) については切断可能
- ・板厚 40mm の下層セラミック (アルミナ) については切断深さ 34mm であり、残り 6mm 分については、割れていることを確認した。

※上層金属は、いずれの場合も問題なく切断可能

② プラズマジェット切断技術との連携による複合材切断

MAX200 (プラズマアーク) 及び SUPER600 (プラズマジェット) 使用時の主な試験結果を以下に示す。また、切断後の試験体の一例写真を図 18 に示す。

- ・表層セラミック (アルミナ) 厚さ 10mm をプラズマジェットで切断後、下層 (SUS304) 厚さ 35mm を切断可能

2.7 考察

2.7.1 切断基礎データの取得結果からの考察

(1) 切断雰囲気による切断能力影響確認試験

水中での切断は、気中と比較して切断可能板厚が減少するが、これはプラズマガス及びシールドガスの出射が水の抵抗により阻害されるためと考えられる。また、熱的切断工法による切断は、切断対象物に十分加熱することが重要であることを確認しているが、試験体が水に接していることから、加熱した熱量が水を経由して放熱されることにより、試験体の溶融の妨げやドロス凝固の促進により切断能力が低下したと考えられる。なお、空気の熱伝導率が約 $0.024\text{W/m}\cdot\text{K}$ であるのに対し、水中では約 $0.58\text{W/m}\cdot\text{K}$ であり、一桁以上熱の伝わり方が速い。

(2) プラズマガスによる切断能力影響確認試験

同出力（電流）において、プラズマアークの熱量を増加させるためには、アーク電圧を可能な限りプラズマ電源装置の定格電圧近くまで上げる方が良い。一般に、プラズマガスである N_2 や H_2 の流量を増加させることでアーク電圧が上がるとされているが、今回の試験の範囲では、アーク電圧が顕著に上昇することはなく、流量が多くなることにより切断能力は逆に低下することが確認できた。この要因としては、流量が多くなるとプラズマアークが拡がり、エネルギー密度が低下して切断能力が低下することが考えられる。

(3) シールドガスによる切断能力影響確認試験

シールドガスの目的は、サーマルピンチ効果によりプラズマアークを絞りエネルギー密度を高くすること、水からプラズマガス噴流を保護することであるため、当初、流量は多い方が切断能力向上に寄与すると想定していたが、流量が多くなることにより切断能力は低下した。これは、シールドガスがプラズマガスに混合、更に流れを阻害し、切断能力の低下を引き起こしたと考えられる。水中切断の場合は、水によるサーマルピンチ効果は促進されると考えられることから、シールドガスは、水からプラズマガス噴流を守るための最低限の流量であれば十分であると考えられる。

(4) スタンドオフによる切断能力

今回使用したプラズマ電源（SUPER600）の定格電圧は 200V であり、これ以上のアーク電圧になると、設定した定電流を維持できず失火する。アーク電圧は、スタンドオフが長くなるとアークを維持させるために上昇するため、定格電圧を超えて失火すると考えられる。

(5) 切断トーチ（ノズル径）による切断能力影響確認試験

プラズマガス及びシールドガスの条件が同じであっても、ノズル径の変更は切断能力に影響を与える。SUPER600 の場合、ノズル径を $\phi 4.5\text{mm}$ から $\phi 5.5\text{mm}$ に拡大することで、プラズマガスの流速は約 78.6m/s から約 52.6m/s に低下する。また、ノズル径を太くすることでプラズマアークが拡がり、エネルギー密度は低下すると考えられる。

以上のことから、使用するプラズマ電源（出力）を考慮する必要があるが、ノズル径は細い方が同流量であれば流速が速く、エネルギー密度も高くなり切断能力は向上すると考えられる。しかしながら、ノズル径が細すぎるとノズル内部の電極とノズル間でアークが発生（シリーズアーク）してノズルを損傷させる可能性があることから、適切なノズル径を選択する必要がある。

2.7.2 切断条件の差異による影響確認結果からの考察

(1) 切断方向の差異による切断能力影響確認試験

切断方向の差異によるドロス排出効果及び切断能力への影響については、切断ドロスの排出が良く切断能力が最大となった②トーチ水平-Y 軸上方向切断（切断深さ 115mm）と、切断ドロスの排出が悪く切断能力が最小となった③トーチ水平-Y 軸下方向切断（切断深さ 84mm）と比較し、約 4 割の差異があることを確認した。

これはトーチ水平-Y 軸上方向切断では、重力方向に開く切断部から切断ドロスが排出され易い状況であるのに対し、トーチ水平-Y 軸下方向切断では切断ドロスが切断進行方向に堆積することにより、切断部への熱エネルギーが試験体と切断ドロスに分散するためと考えられる。以上のとおり、熱的切断であるプラズマアーク切断においては、ドロスの排出方向等を考慮した切断方向が重要である。

(2) 複数回切断による切断能力影響確認試験

1 回目切断後に切断開始位置に戻り切断方向と直角方向に若干（約 5mm）ずらして 2 回目の切断を実施したが、アーク失火が頻発し、切断能力の確認はできなかった。これは試験体切断面の酸化によりアーク維持が困難であったことが考えられる。

このため、切断線を若干ずらして複数回切断を行う手法は、プラズマアーク切断では有効ではないと言える。

(3) 試験体材質の影響確認試験

ステンレス鋼試験体、熔融再凝固試験体及びクロム・モリブデン鋼試験体のいずれの試験体でも、切断深さに関しては物性による差異は無かったが、切断ドロスの状態に違いが見られた。この結果、材質の差異による切断能力への影響は小さいのに対し、切断後の試験体の観察から切断ドロスの付着状態は材質によって有意な差異が確認できた。特に圧力容器試験体の熱伝導率は他の材質の 2 倍以上であるため溶断熱量の寄与が高いために、切断ドロスの付着が最も多く切断の進行を阻害し、結果的に切断能力（切断深さ）として差異が認められなかったと考えられる。このため、試験体の材質に応じた切断能力としては熱伝導率等による溶断熱量のみでなく、ドロス排出効果を向上させることも重要と考えられる。

(4) プラズマ噴流方式の差異による切断能力影響確認試験

スタンドオフが 10mm の条件で切断可能板厚は、軸流方式及び旋回流方式ともに 100mm であり、今回の試験装置環境においては、噴流方式の差異による切断可能板厚に大きな違いは確認できなかった。ただし、スタンドオフが 20mm の条件で、軸流方式ではメインアークが点火し切断が可能であったが、旋回流方式ではメインアークに移行しなかったことも確認しており、板厚のみに限らずスタンドオフも考慮した噴流方式を設定する必要がある。

(5) スタンドオフ拡張及び切断能力確認試験

スタンドオフは最大 20mm まで離れた状態でメインアークが点火し切断可能であることを確認した。このことから、実機適用時においてスタンドオフは約 15mm ± 5mm が使用可能領域であり、遠隔制御条件としての知見を得ることができた。

(6) 切断条件最適化確認試験

板厚に対して切断速度を調整することにより、カーフ幅が細く、無駄なドロス発生を低減させ、切断後のドロス付着が減少することを確認した。一方、切断速度が比較的遅い場合では、カーフ幅が広がることによりドロスの発生が多くなり、排出が間に合わず、切断箇所滞留することを確認した。

1F 炉内溶融金属等の切断では、切断対象物は不定形形状であることが想定される。このため、これまでの切断試験結果から得られた知見を下に、3 軸駆動装置を用いて、対象物厚さに応じて適切な速度域で切断することにより、不定形形状な切断対象物に対してもカーフ幅が細く、無駄なドロス発生を低減し、切断可能であることを確認した。

2.7.3 切断能力向上及び複合材切断に向けた切断手法の有効性確認結果からの考察

(1) 試験体加熱による切断能力向上確認試験

① プラズマアーク切断技術単体による加熱

プラズマアーク単体を用いて、切断線近傍に並行して予備切断を行うことで切断線部位を加熱することにより、通常切断方法での切断可能板厚 (98mm) と比較し、加熱時の切断板厚 (108mm) は、切断能力が約 1 割向上し、加熱による切断能力向上の手法として有効であることを確認した。

② プラズマジェット切断技術との連携による加熱

上記①では、加熱と切断をシリーズで行う手法であるため、そのタイムラグにより加熱効果が軽減 (除熱) される懸念があった。このため、その改善策として、プラズマジェットで加熱を行いつつ、プラズマアークで切断を同時に行うことによりタイムラグを少なくする手順に変更し、約 1 分であった加熱時間を約 10 分まで拡大し、切断時の切断対象の保有熱量を大幅に増大させ、加熱効果の拡大を図る手順により試験を実施した。

しかしながら、今回実施した 3 種類の加熱方法 (プラズマアーク・プラズマジェット並列配置切断、プラズマアーク・プラズマジェット直列配置切断、プラズマジェット 10 分間加熱・プラズマアーク切断) では、いずれも切断能力の向上は確認できなかった。これに関して、推定原因は以下の通りと考えられる。

- ・加熱効果による切断能力向上が確認された上記①では、単独で切断板厚 100mm 以上の能力があるプラズマアーク (600A) を用いたのに対し、プラズマジェット (600A) は単独で切断板厚 40mm 未満であることから、加熱量が低く、水

による冷却効能力を上回ることが出来なかった。

- ・プラズマジェットの直列配置や10分間加熱の方法では、プラズマジェットの加熱線上を走行するプラズマアークが失火しないよう、また、ドロス跳ね返り高さを低く抑えるようにするため、予備試験の結果を踏まえプラズマジェットのスタンドオフを通常切断時（15mm）より離れた高さ（25mm）としたこと及びプラズマジェットの電流出力を定格の約65%に抑えたことにより、加熱の熱量が十分ではなかった。

今回のプラズマジェットによる加熱条件では、加熱が十分でなく、期待した成果は得られなかったが、最大の加熱効果が得られるようプラズマジェットの電流出力やスタンドオフを最大切断能力時の条件に合わせて、加熱動線と切断動線が重ならない程度の近傍位置で10分程度の加熱を行う等の工夫により加熱量を増加させることで効果が期待できるものと推察する。

(2) 金属及びセラミックの複合材切断

表層に導電性金属が存在する場合には、その下層のセラミックはプラズマアーク単独でも切断可能（切断深さ 34mm）であり、セラミック層が薄い場合には切断に伴い破砕が可能であることを確認した。

また、表層にセラミックが堆積し下層に金属が存在する場合には、プラズマジェットで繰返し表層セラミックの破砕除去を繰り返すことにより、下層の金属層を剥きだしにすることが可能であり、この状態でプラズマアークにより金属層を切断する手順でセラミック-金属の積層構造を切断可能であることを確認した。

これらのことから、導電材と非導電材が積層状に堆積した状態であっても、その順序によらず、プラズマアーク及びプラズマジェットを連携することにより切断・破砕することが可能であることを確認した。

3. まとめ

熱的切断技術であるプラズマ切断技術を用いて、対象物の形状や性状が明確でない1F炉内溶融金属等の効率的な取出し方法の検証を行うため、以下のとおり、厚板部位に対する切断能力の向上及び複合材質（導電性・非導電性）切断に対する切断手法の有効性を確認した。

- ① 溶融金属を含む原子炉構造材の模擬試験体を用いた要素試験を実施し、切断対象物に対する切断速度、出力、スタンドオフ等の切断条件の最適化を図ることでドロスの滞留による切断能力の低下を軽減することが可能であることを確認した。
- ② 圧力容器若しくは、格納容器の下部に堆積していると想定される燃料デブリの性状や厚み等は現状、不明なため、想定以上の厚みであった場合も考慮し、対象部材に事前に加熱して切断能力の向上を図る手法を構築した。
- ③ プラズマアークで切断不可能なセラミック等の非導電材も切断可能なプラズマジェットと組み合わせ、非導電性の燃料デブリをプラズマジェットにより切断・破砕し、導電性を有する炉内構造物に対しては、切断能力の高いプラズマアークにより切断する連携切断手法により、燃料デブリと溶融金属が混在したようなもの（模擬試験体）でも切断が可能なことを確認した。

今回の切断試験を通じて、プラズマ切断技術を用いた切断手法の工夫により切断能力向上や複合材質切断を可能とする知見を得ることができた。今後、これらの活用に加え切断方法を応用・発展させることにより、1Fの炉内溶融金属等の取出しのみならず、「ふげん」を含めた今後の商業炉の廃止措置技術としても貢献できるものとする。

参考文献

- 1) 林宏一他、“原子炉圧力管の水中熱的切断時の粉じん挙動試験”、日本原子力学会 2008 年秋の大会予稿集 N07.
- 2) 林宏一他、“原子炉カランドリア管の水中熱的切断時の粉じん挙動試験”、日本原子力学会 2010 年春の年会予稿集 M39.
- 3) 中村保之他、“「ふげん」原子炉解体技術の検討状況－熱的及び機械的切断工法による比較評価－”、日本原子力学会 2011 年春の年会予稿集 C36.
- 4) 岩井紘基他、“熱的及び機械的切断工法による原子炉構造材の粉じん挙動評価”、日本原子力学会 2011 年春の年会予稿集 C37.
- 5) 手塚将志他、“福島第一原子力発電所炉内構造物解体を想定した熱的及び機械的切断技術による適用性試験(1)プラズマアーク切断技術による切断試験(基礎データの取得)”、日本原子力学会 2013 年秋の大会予稿集 P01.
- 6) 中村保之他、“プラズマアーク切断工法による炉内溶融金属等の取出しに向けた技術開発”、JAEA-Technology 2013-040,80p.
- 7) 手塚将志他、“福島 1F の炉内構造物解体を想定した切断技術適用性試験(1)プラズマアーク切断技術による切断試験”、日本原子力学会 2014 年秋の大会予稿集 D01.
- 8) M. Tezuka, et al, “The Development of Thermal and Mechanical Cutting Technology for the Dismantlement of the Internal Core of Fukushima Daiichi NPS”, Journal of Nuclear Science and Technology, vol.51, No.7-8, pp.1054-1058, 2014.
- 9) 手塚将志他、“東電 1F の炉内構造物解体を想定した切断技術適用性試験(3) (1)プラズマ切断技術による要素技術試験結果と考察”、日本原子力学会 2015 年秋の大会予稿集 G24.

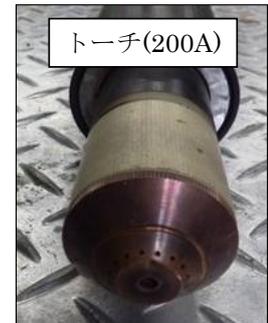
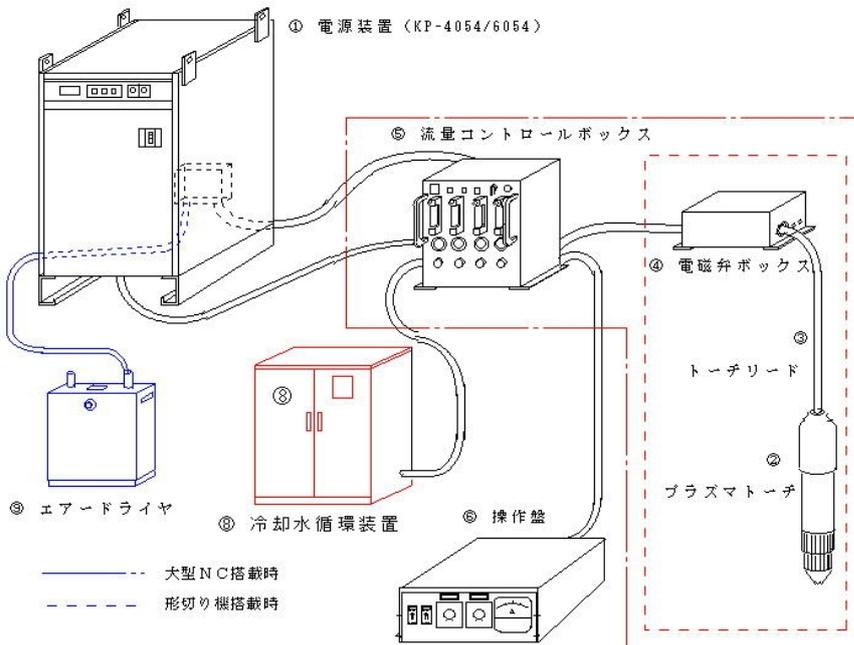


図1 プラズマアーク切断試験 機器全体構成

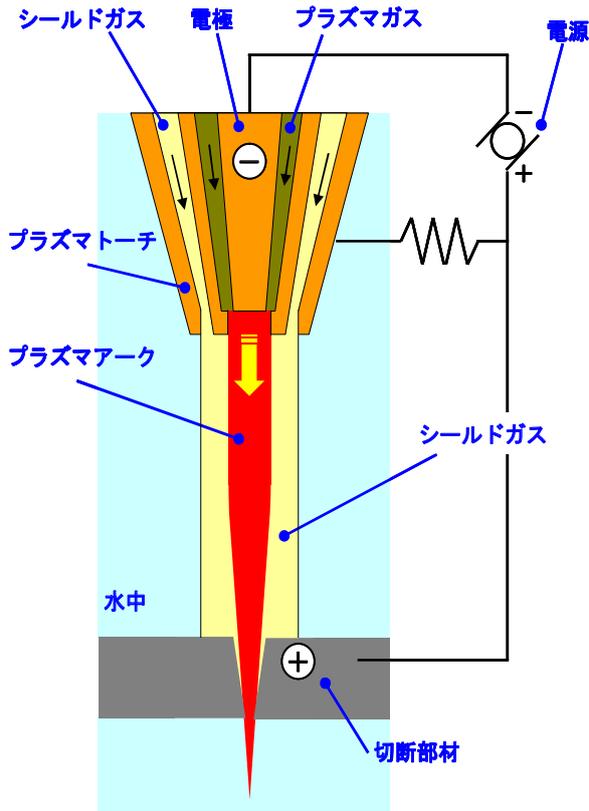
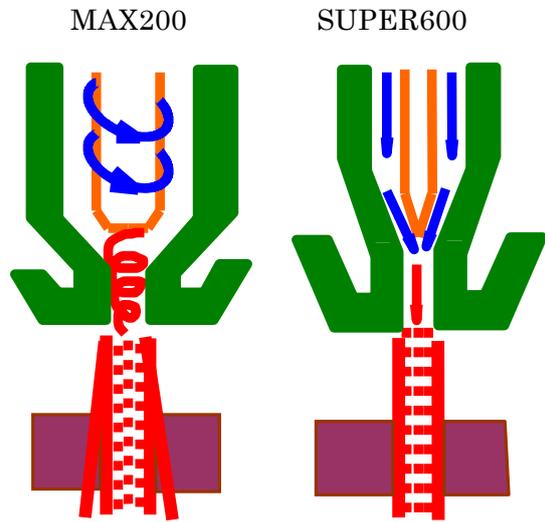


図2 プラズマアーク切断概念図



(a) 旋回流方式 (b) 軸流方式

図3 プラズマガス噴流方式

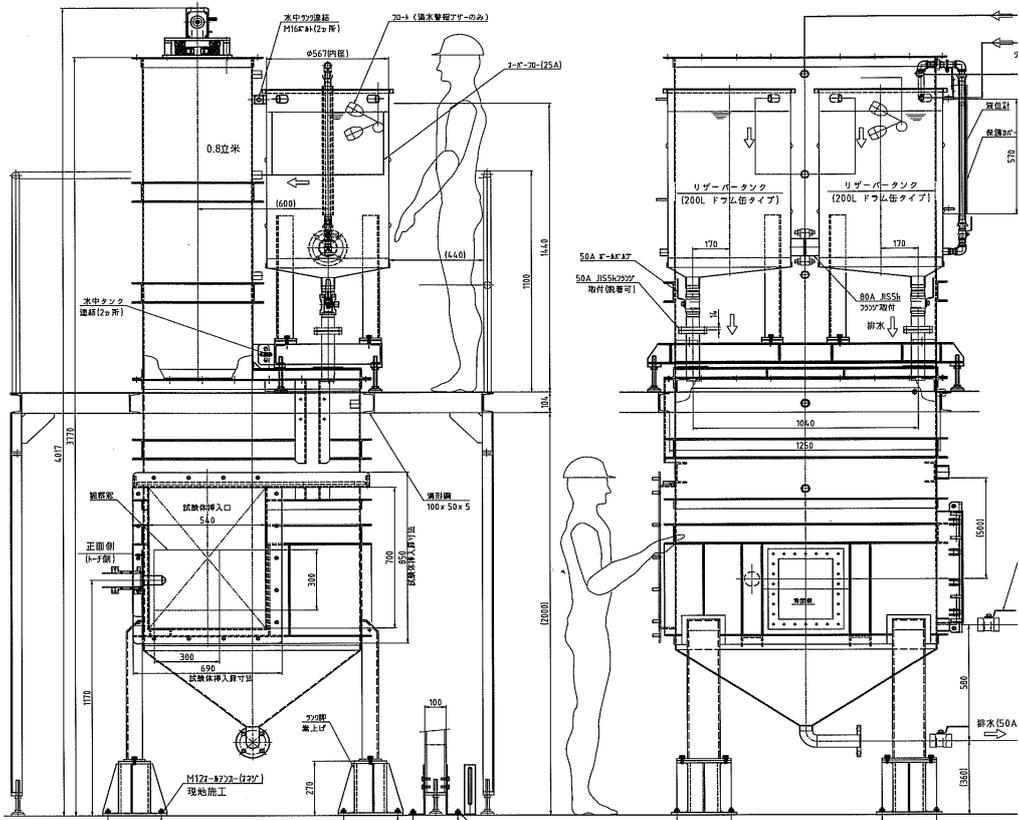


図4 水中切断試験用タンク概略図 (2軸試験装置)

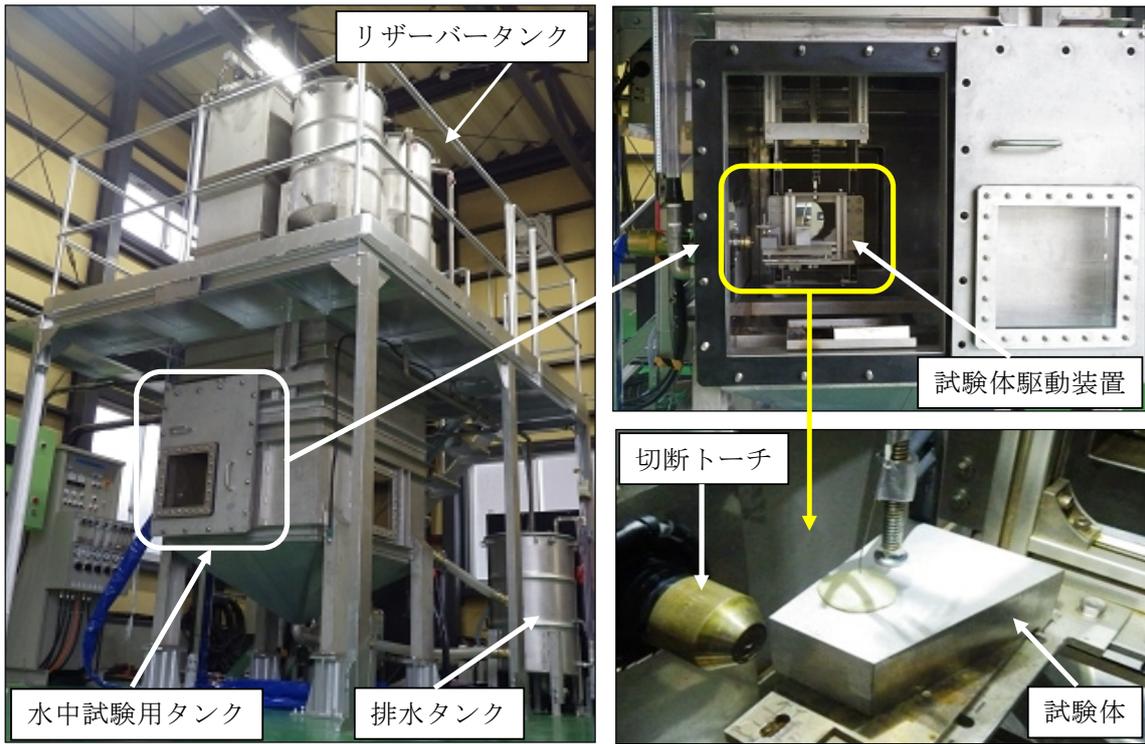


図 5 水中切断試験用タンク外観写真 (2 軸試験装置)

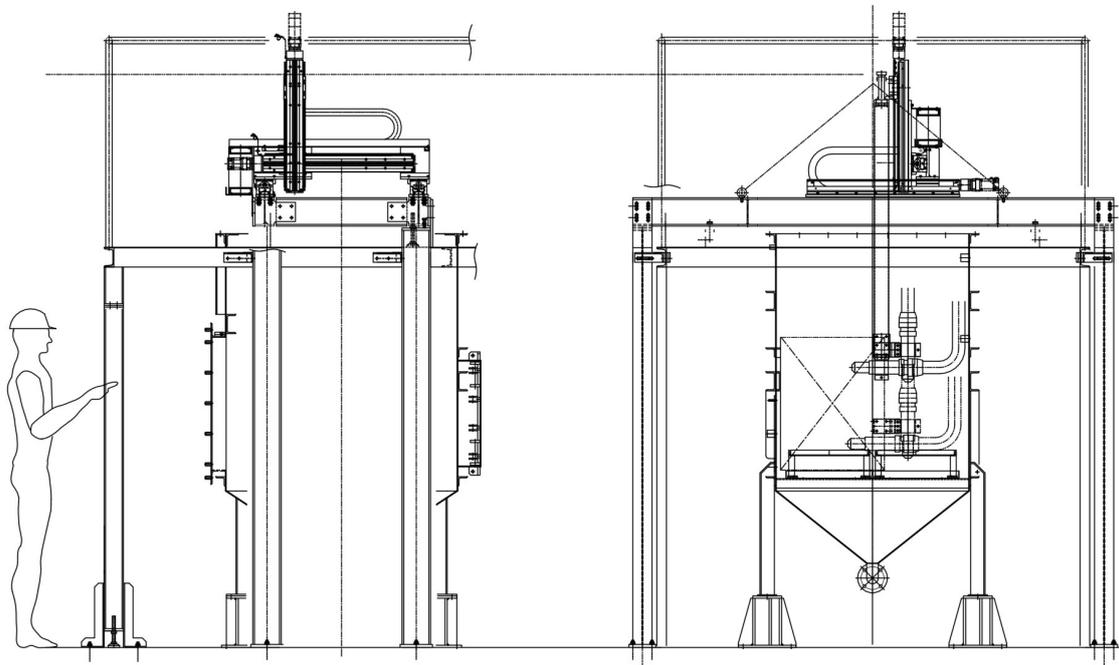


図 6 水中切断試験用タンク概略図 (3 軸試験装置)

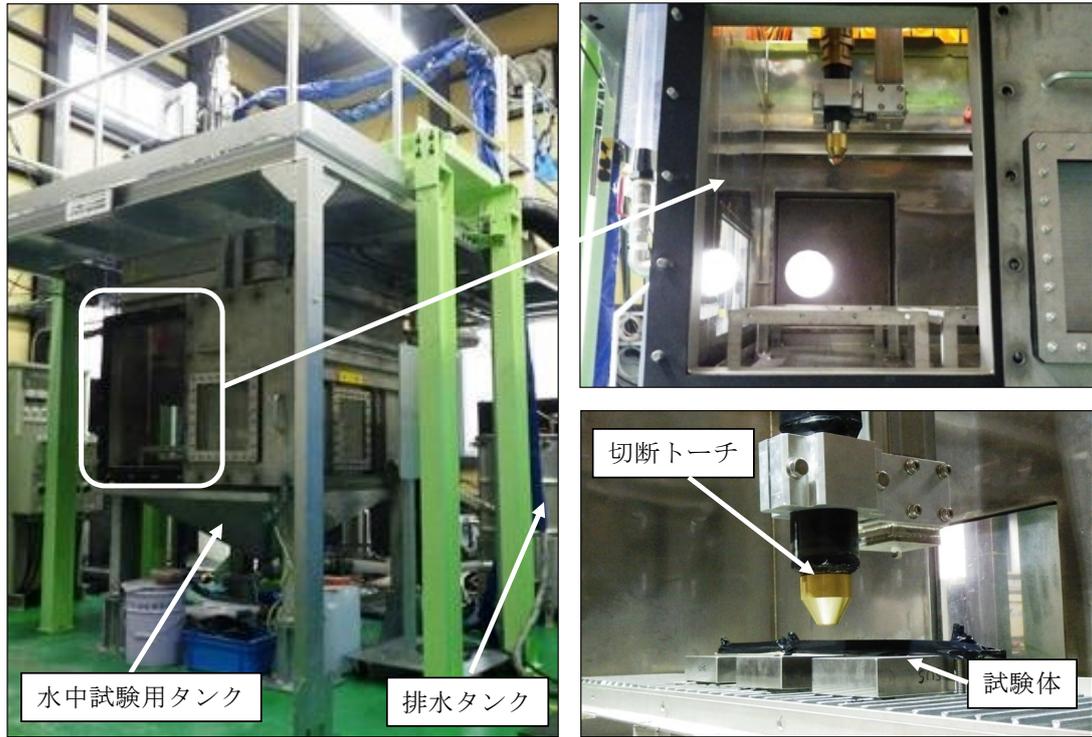
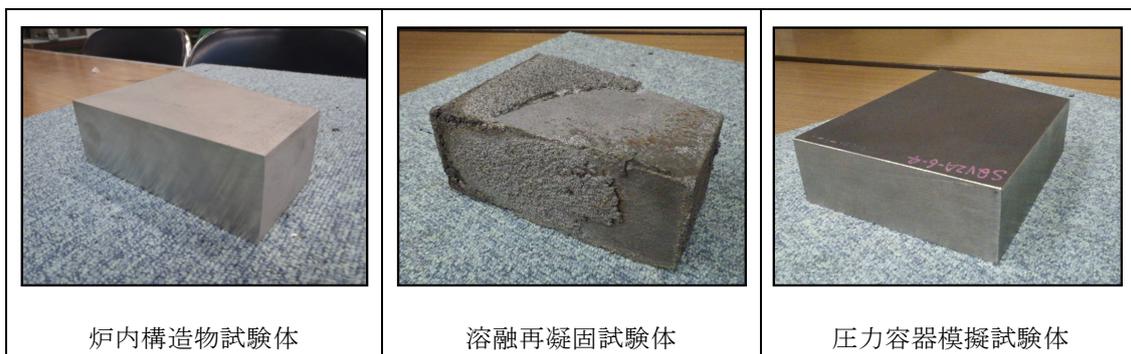


図7 水中切断試験用タンク外観写真（3軸試験装置）



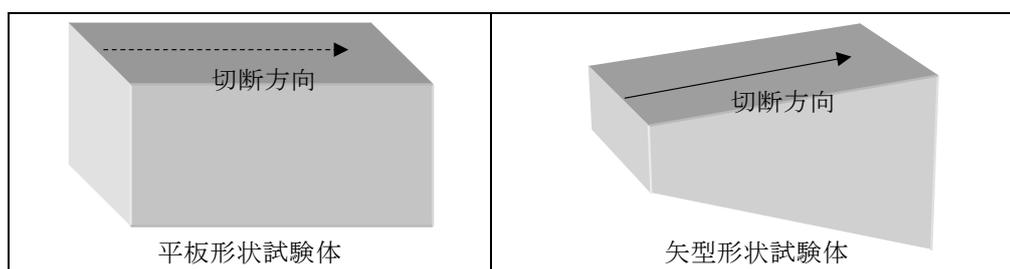
図8 2軸及び3軸切断試験装置



炉内構造物試験体

熔融再凝固試験体

压力容器模擬試験体



平板形状試験体

矢型形状試験体

試験体	冷却方式	密度	比熱	熱伝導率
		(kg/m ³)	(J/(kg・K))	(W/(m・K))
炉内構造物試験体 (SUS304)	-	7,920	499	16.7
压力容器模擬試験体 (SQV2A)	-	7,830	445	39.1
熔融再凝固試験体 (SUS304(95wt%)+Zry2(5wt%))	徐冷	7,730	471	14.5
	急冷	7,690	482	14.5
熔融再凝固試験体 (SUS304(85wt%)+Zry2(15wt%))	徐冷	7,460	444	12.4
	急冷	7,570	451	12.7
熔融再凝固試験体 (SUS304(85wt%)+Zr -2.5Nb(15wt%))	徐冷	7,430	442	11.8
	急冷	7,500	440	11.9
熔融再凝固試験体 (SUS304(70wt%)+Zr -2.5Nb(30wt%))	徐冷	7,390	408	9.47
	急冷	7,440	416	9.72

図9 試験体外観写真及び形状並びに物性値

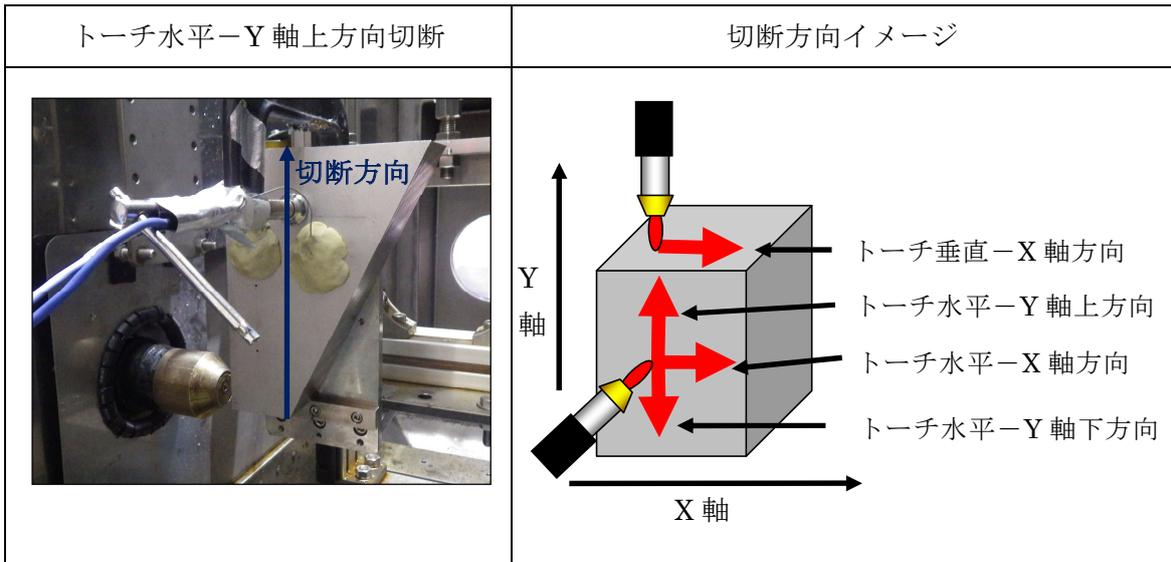


図 10 切断方向イメージ図

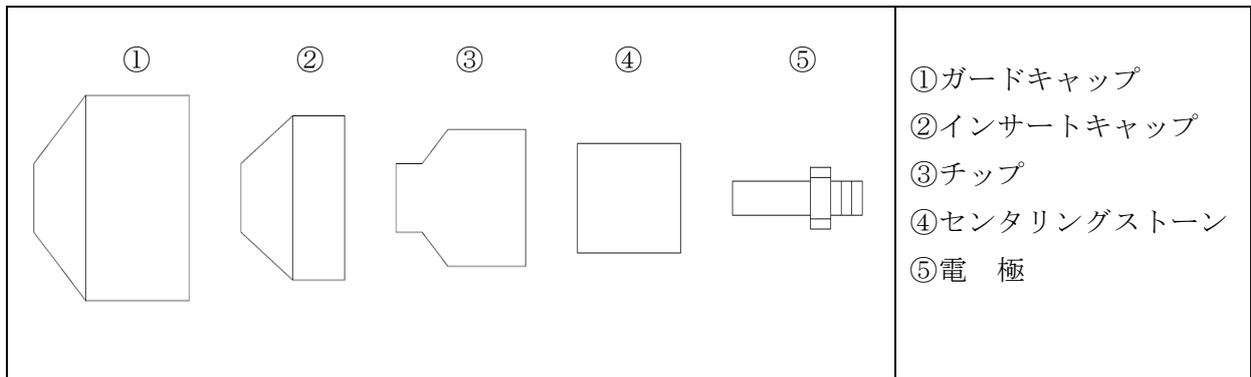


図 11 プラズマアークトーチ先端部分解図

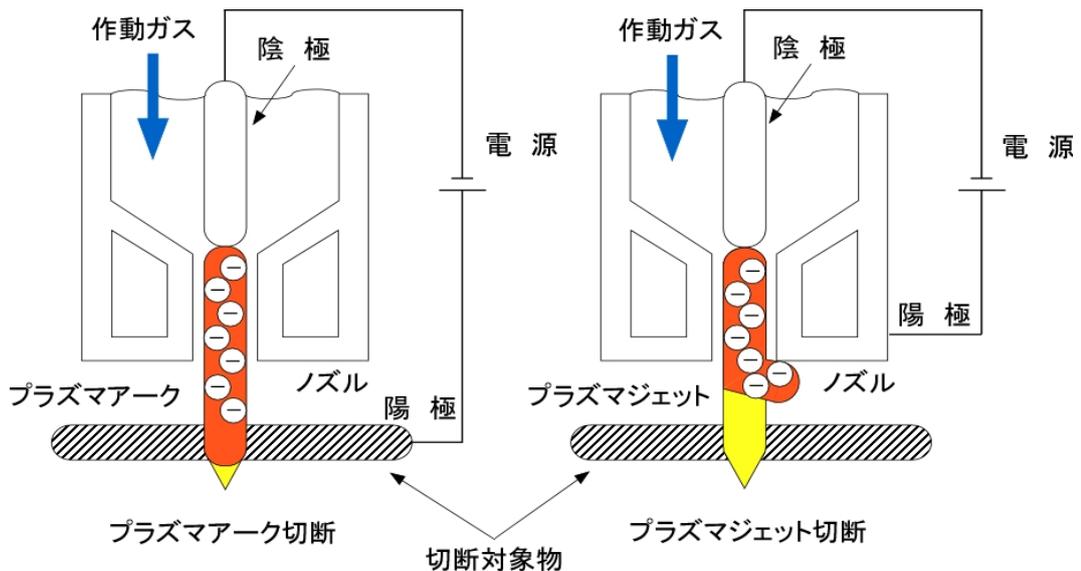


図 12 プラズマアーク及びプラズマジェット切断原理

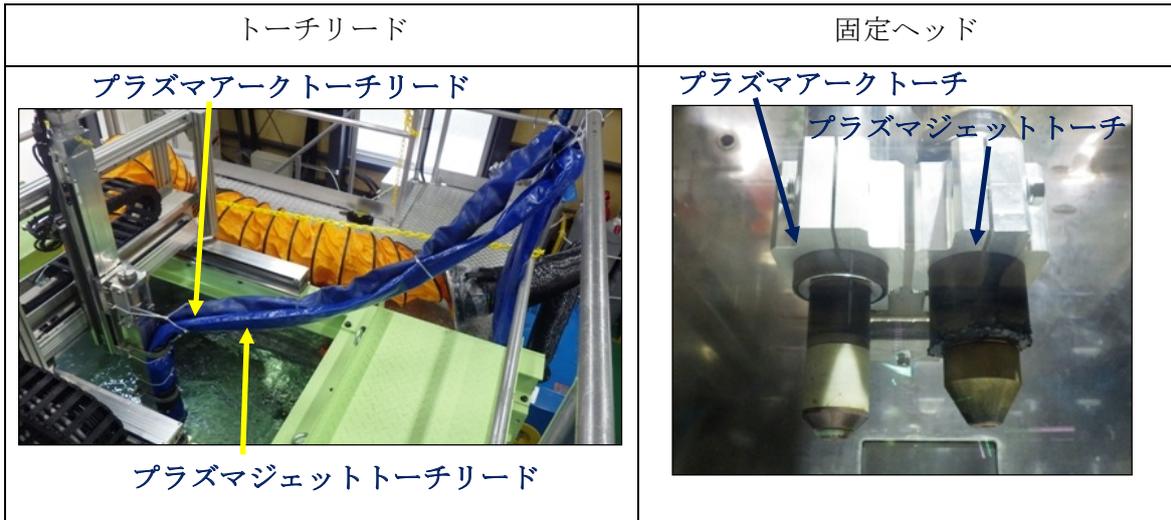


図 13 プラズマ連携切断ヘッド写真

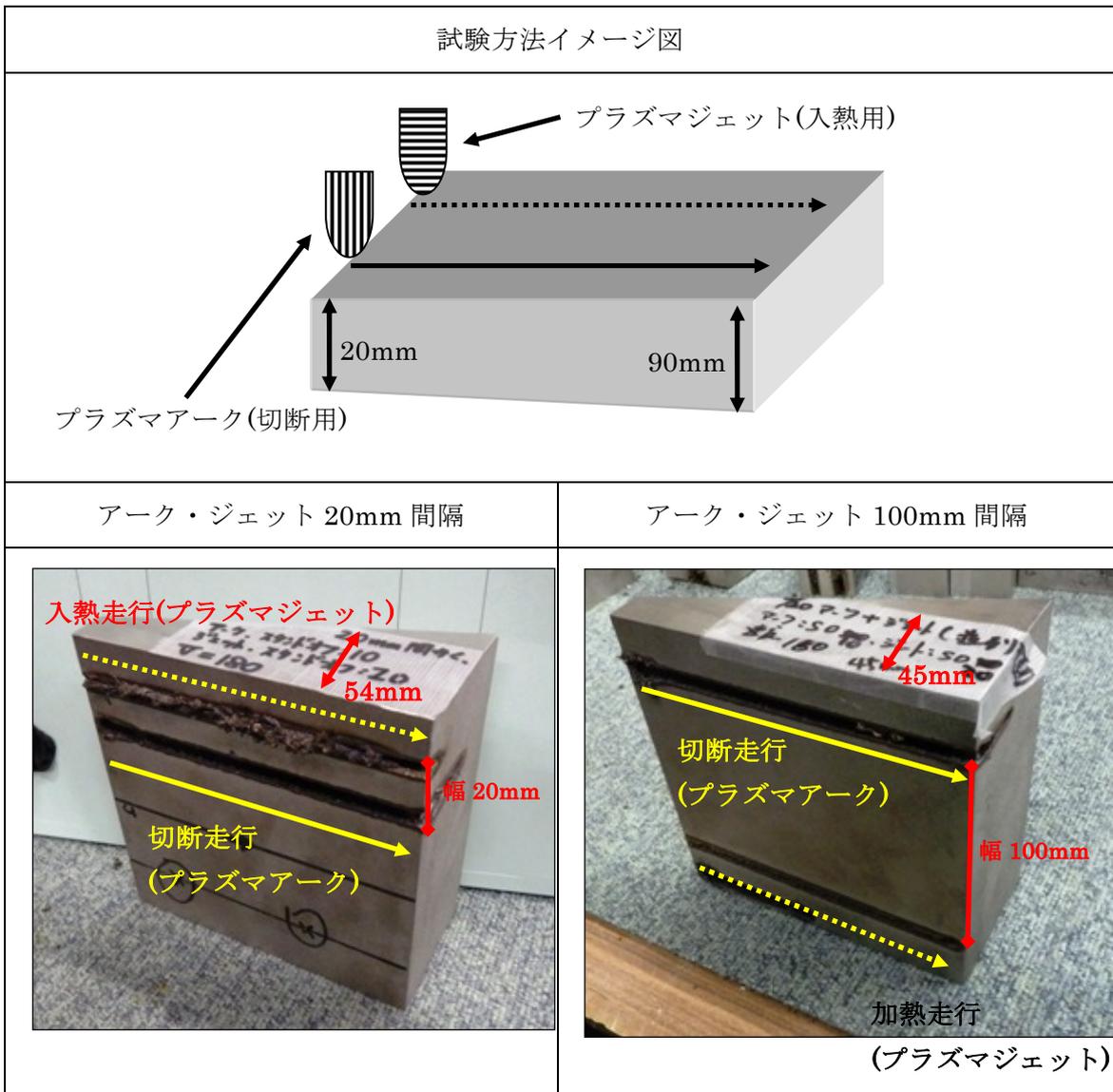


図 14 プラズマアーク・プラズマジェット連携並列切断試験

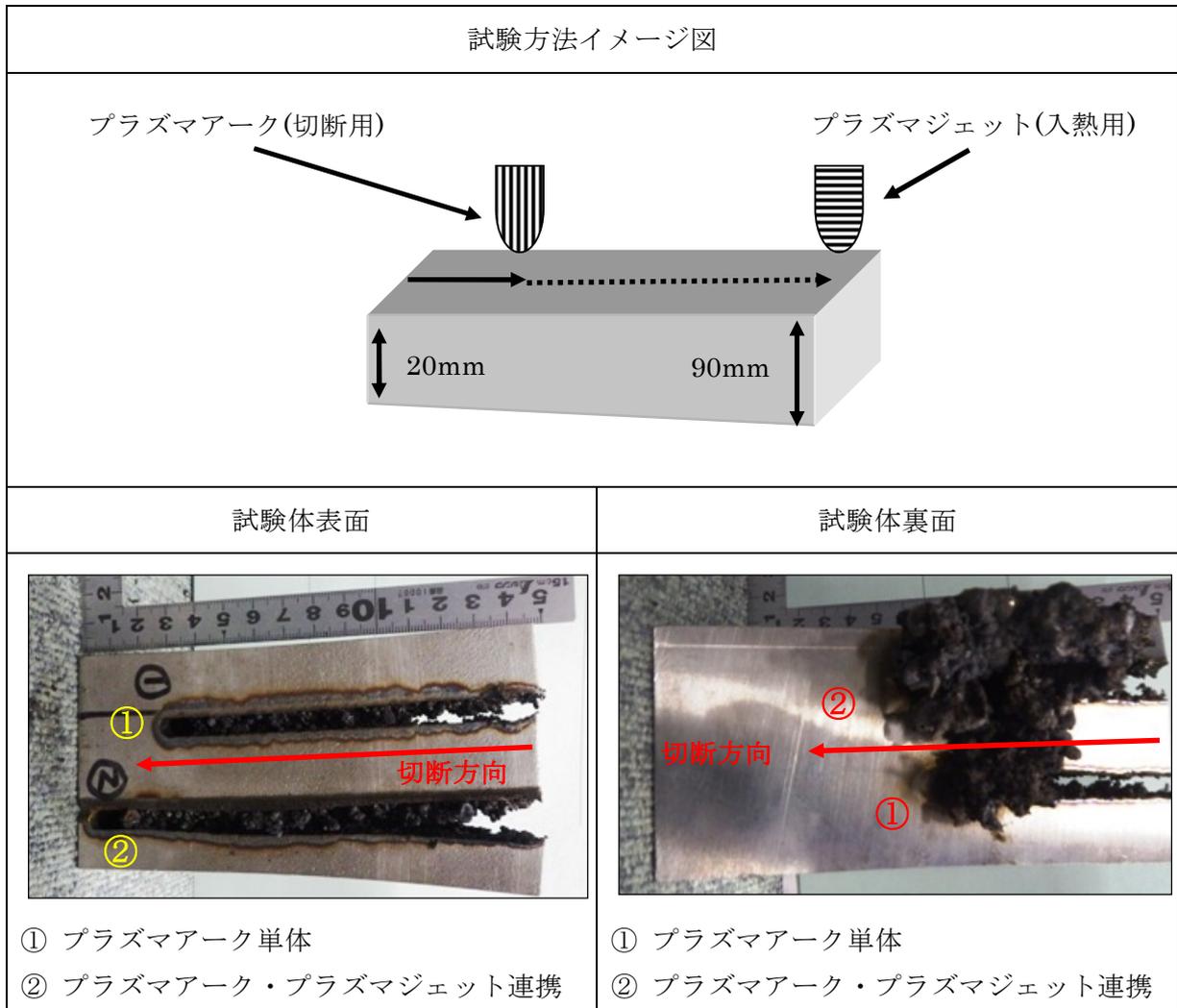


図 15 プラズマアーク・プラズマジェット連携直列切断試験

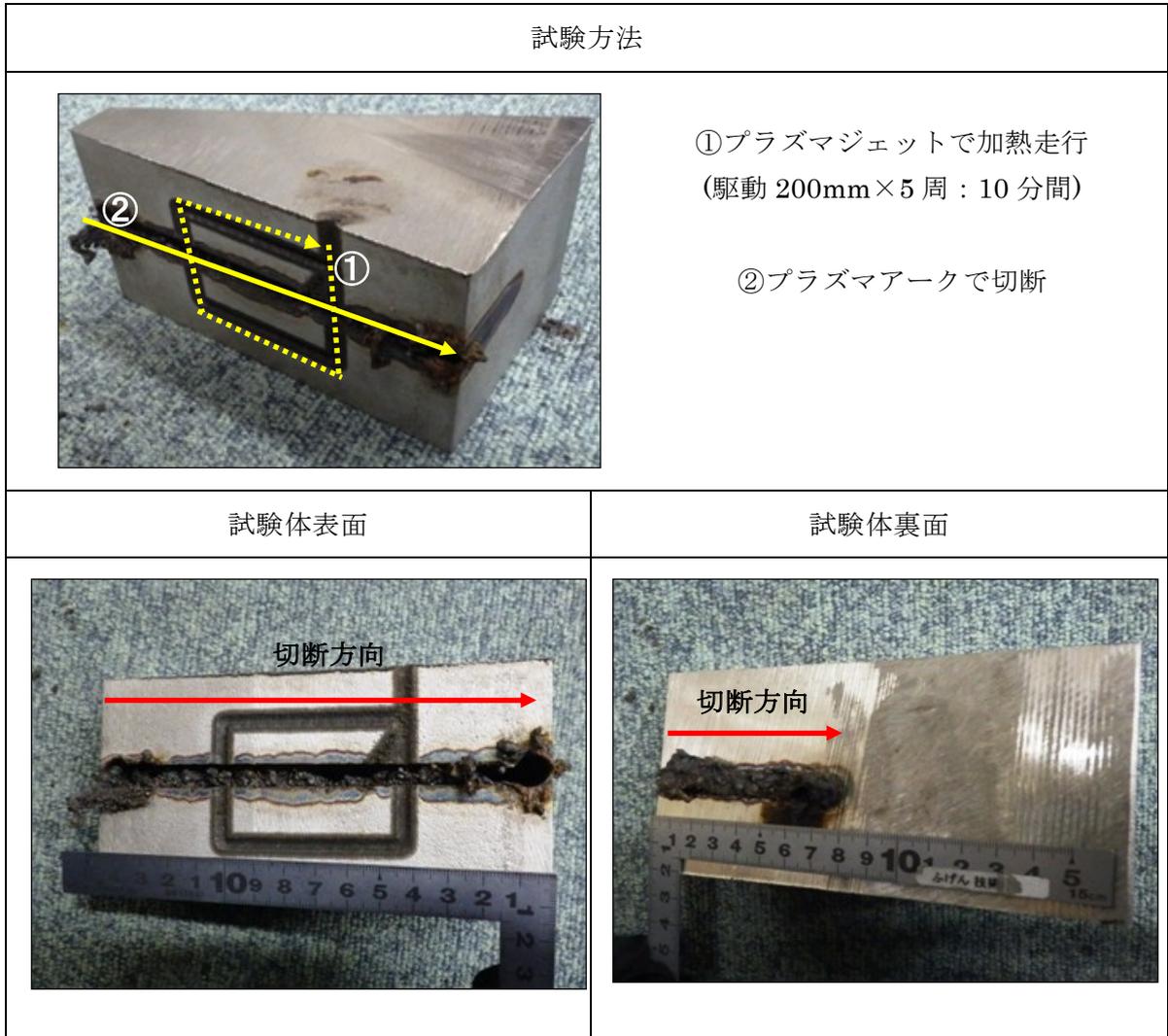


図 16 プラズマジェット 10 分間加熱・プラズマアーク切断試験

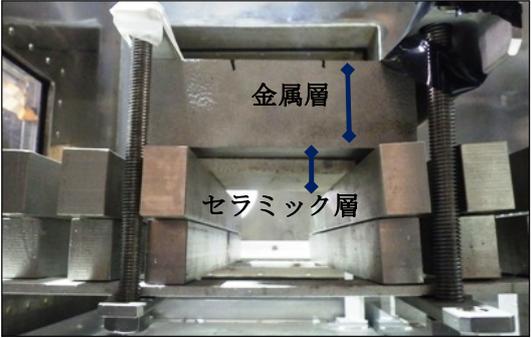
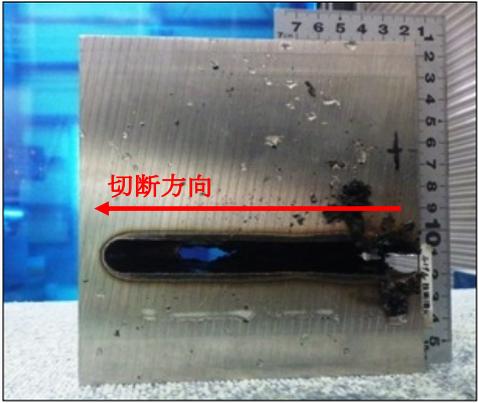
試験方法 s	切断試験後
	
試験体表面	試験体裏面
	

図 17 金属・セラミック異種材料同時切断試験

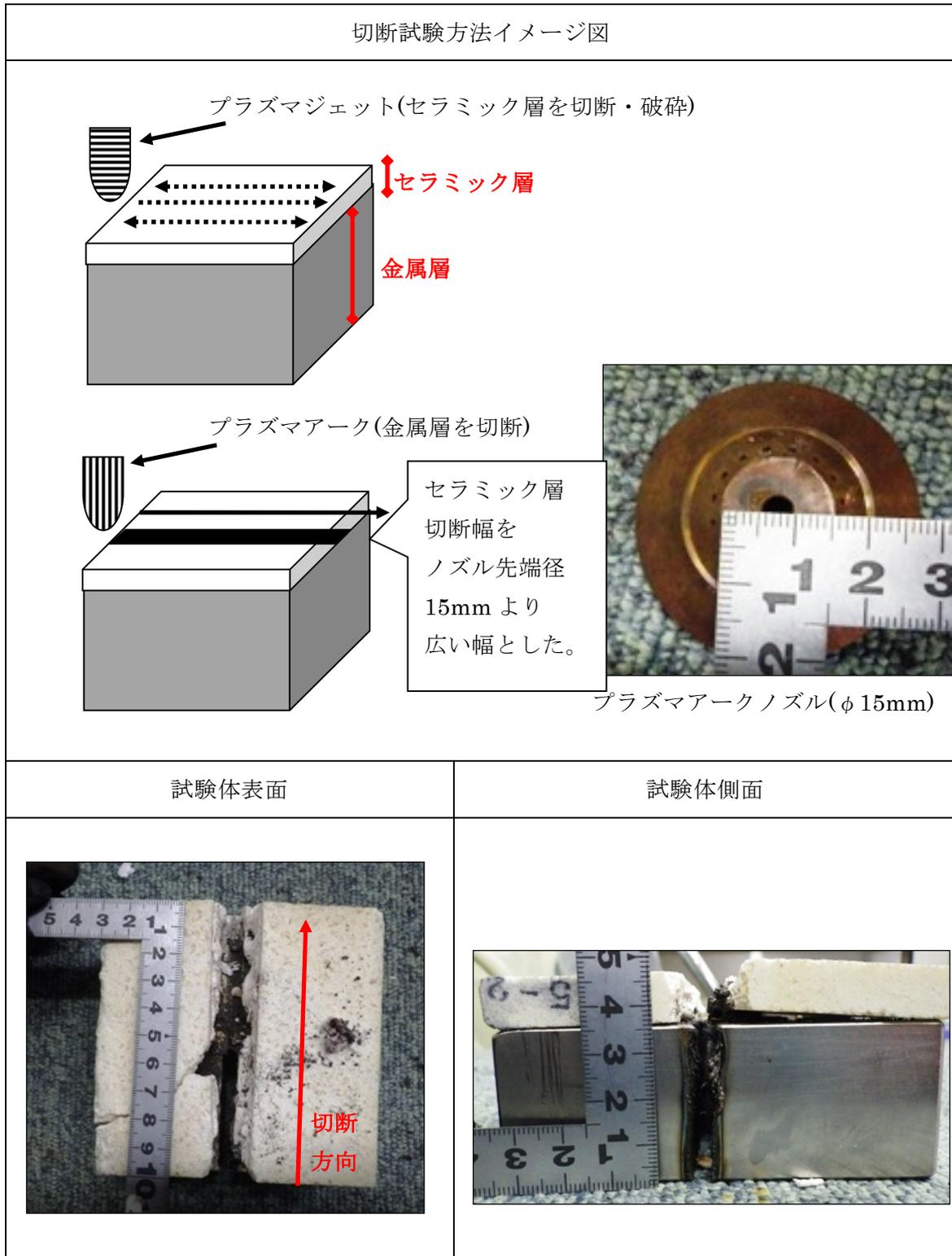


図 18 プラズマ連携複合材（積層配置）切断試験

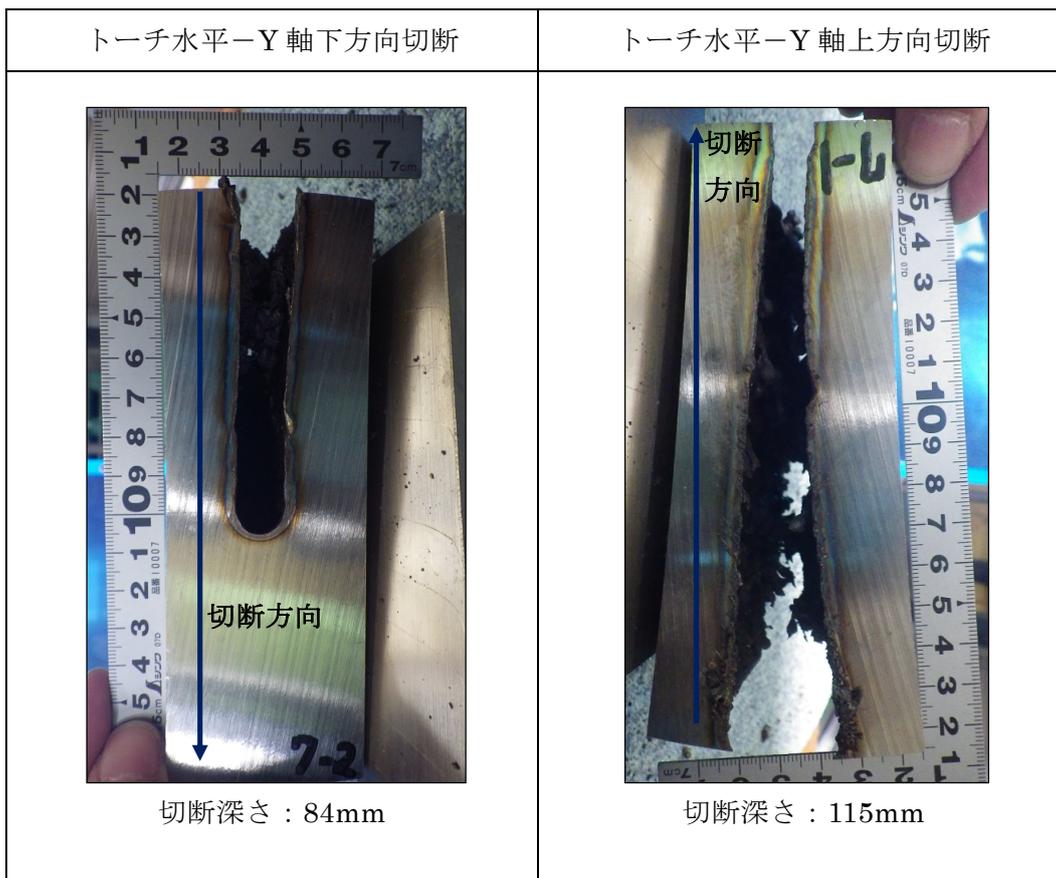


図 19 切断方向の差異による影響

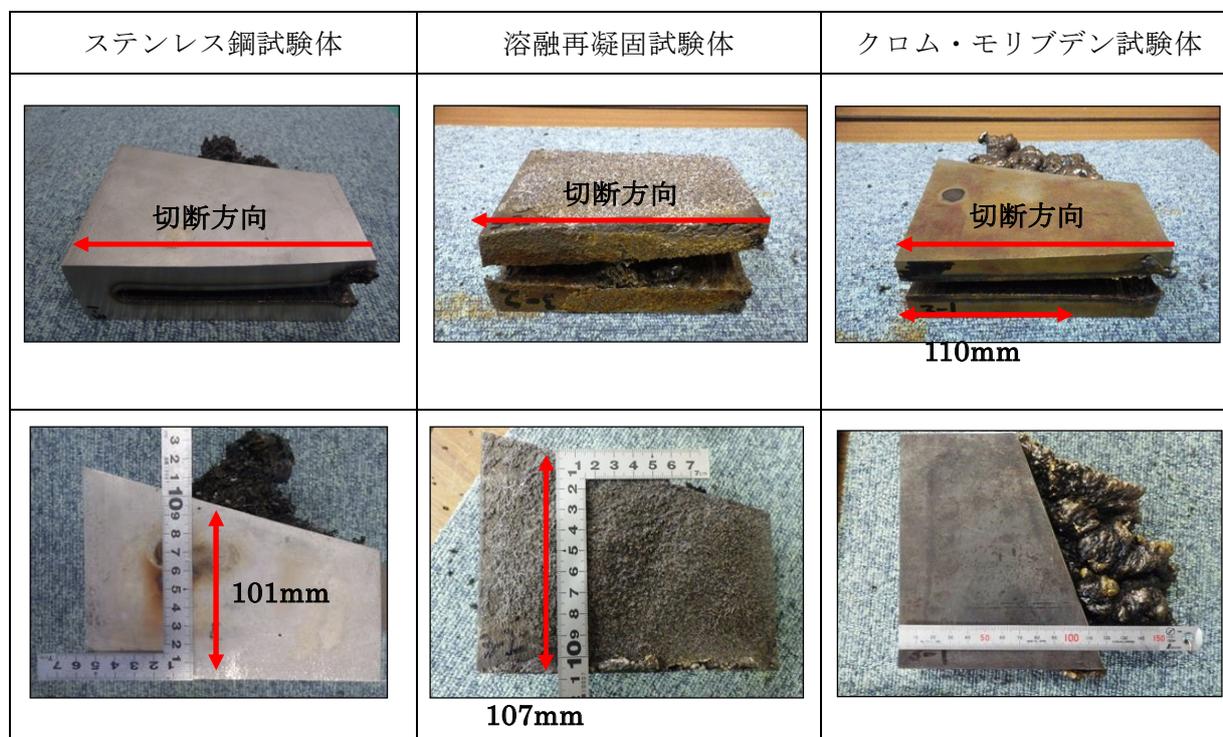


図 20 試験体材質の差異による影響

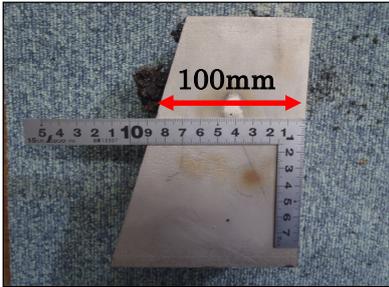
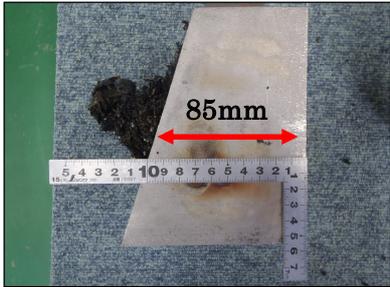
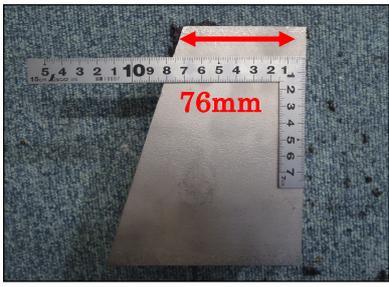
スタンドオフ 10mm	スタンドオフ 15mm	スタンドオフ 20mm
		

図 21 スタンドオフによる影響

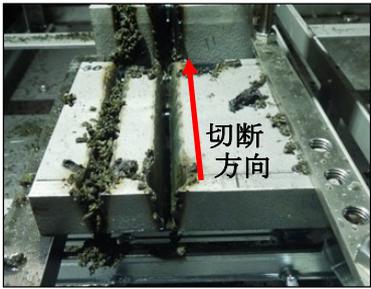
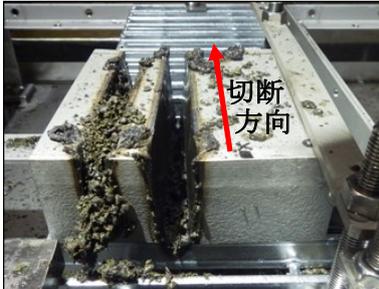
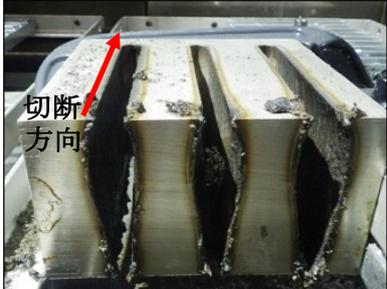
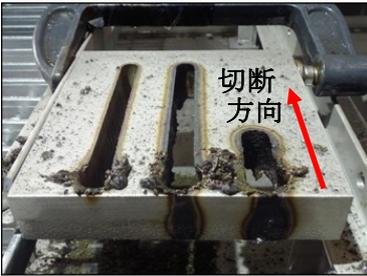
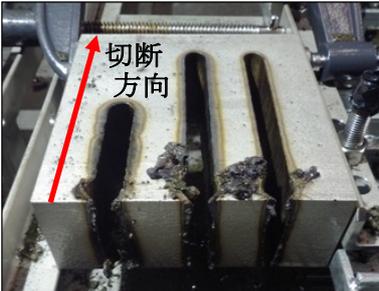
試験体板厚 30mm	試験体板厚 60mm	試験体板厚 80mm
 <p>① ②</p> <p>①切断速度 900mm/min ②切断速度 600mm/min</p>	 <p>① ②</p> <p>①切断速度 200mm/min ②切断速度 150mm/min</p>	 <p>① ② ③</p> <p>①切断速度 100mm/min ②切断速度 200mm/min ③切断速度 150mm/min</p>
 <p>③ ④ ⑤</p> <p>③切断速度 300mm/min ④切断速度 100mm/min ⑤切断速度 50mm/min</p>	 <p>③ ④ ⑤</p> <p>③切断速度 50mm/min ④切断速度 300mm/min ⑤切断速度 400mm/min</p>	

図 22 板厚による切断速度の影響

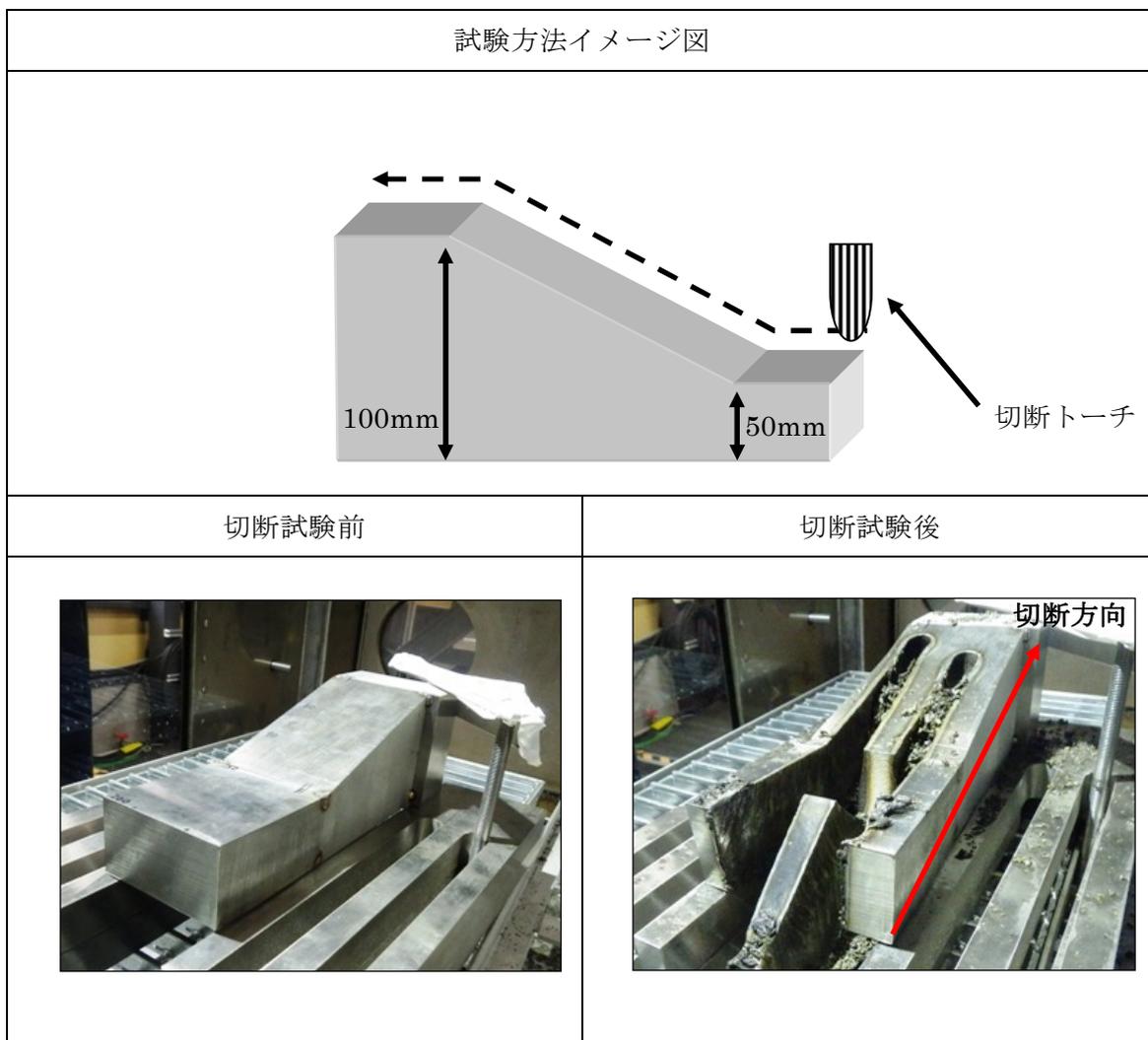


図 23 試験体形状追従試験

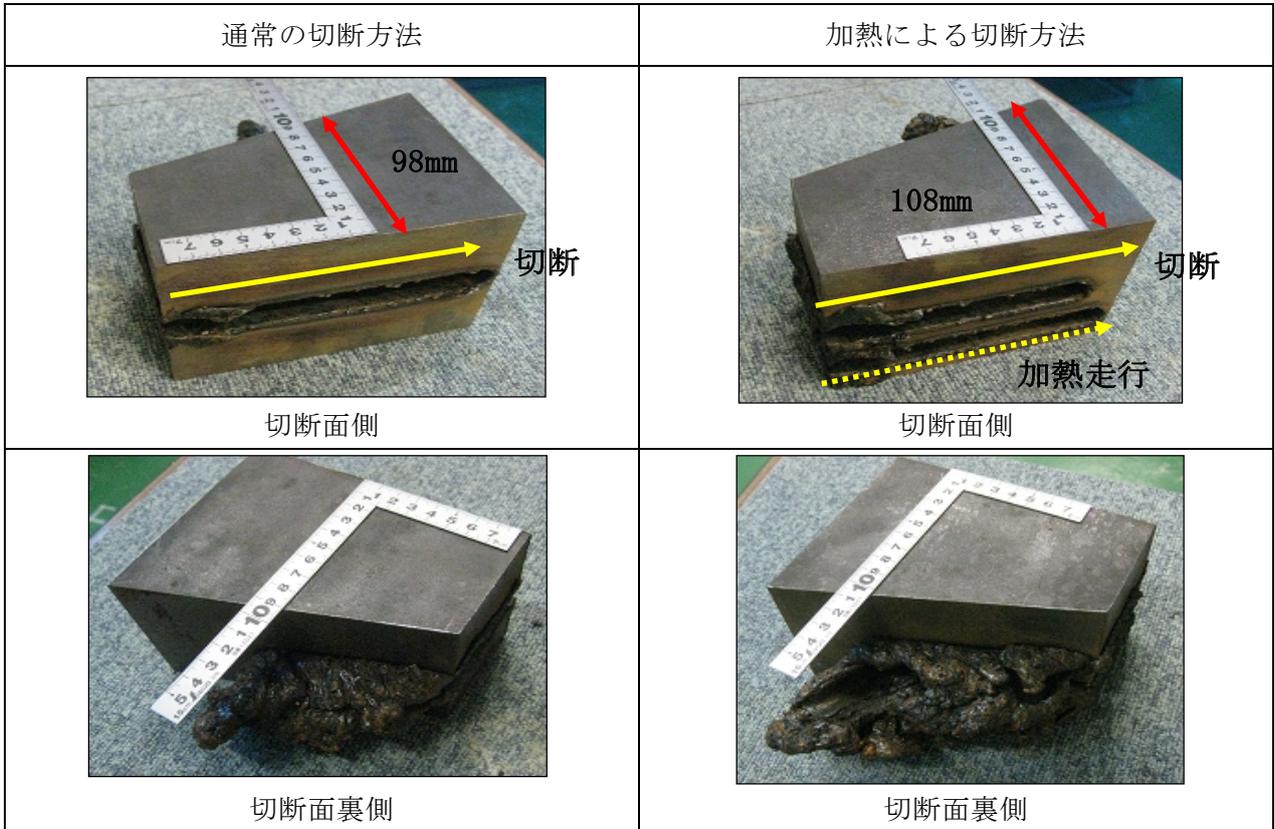


図 24 加熱による切断能力向上確認試験

表 1 600A 出力プラズマ装置 (SUPER600) 主要仕様

項 目	小池酸素工業株式会社 SUPER600	
交流入力	相 数	3 相
	定格電圧	200V/220V
	電圧変動許可範囲	定格入力電圧±10%
	周波数	50/60Hz
	入力容量	約 162kVA
	消費電力	約 144kW
メイン出力	定格電圧	200V
	定格電流	600A
	出力電流調整範囲	20～600A
	無負荷電圧	335/370V
	使用率	100%
	出力極性	負
パイロット出力	定格電圧	200V
	定格電流	50A
	出力電流調整範囲	10～50A
	使用率	10%
	出力極性	負
共 通	主制御方式	PWM インバータ制御
	出力電流制御方式	定電流制御
	冷却方式	強制空冷
	絶縁種別	H 種
構 造	外形寸法	W750×D1,000×H1,200mm
	重 量	365kg
	塗装色	N2.5
	形 式	屋内自立据置型

表 2 200A 出力プラズマ装置 (MAX200) 主要仕様

項目	HYPERTHERM 社 MAX200	
交流入力	相数	3相
	入力電圧	200V±20V
	周波数	50/60Hz
	入力電流	約 108A
メイン出力	最大無負荷電圧	280V
	出力電流	200A
	出力電流調整範囲	40~200A
	負荷時出力電圧	150V
	使用率	100%
使用ガス	プラズマガス	アルゴン、窒素
	シールドガス	エア、窒素
その他	外形寸法	W710×D1,040×H1,090mm
	重量	344kg
	トーチ重量	4.3kg
	トーチリード重量	1.3kg/m

表 3 SUPER600 用トーチ 主要仕様

項目	600A 水中用トーチ
最大使用電流	600A
使用率	100%
冷却方式	強制水冷循環
使用水	蒸留水 (純水)
防水ガス	エア (乾燥していること)
使用ガス	アルゴン、水素、窒素
外形寸法	φ 70×288mm
重量	4.3kg

表 4 SUPER600 用トーチリード 主要仕様

項 目	600A 水中用トーチリード
最大使用電流	600A
使用率	100%
使用水	蒸留水（純水）
使用ガス	アルゴン、水素、窒素
長 さ	10m
重 量	1.3kg/m

表 5 電極の融点及び沸点

電極材質	融点(°C)	沸点(°C)		酸化物	融点(°C)	沸点(°C)
Hf	2,207	3,200	→	HfO ₂	2,812	4,300
W	3,370	5,700	→	WO	1,500	2,000

表 6 水中切断試験用タンク主要仕様

最大外形寸法	幅約 1,200mm×奥行約 1,000mm×高さ約 4,000mm
最大水深	約 2.5m
材 質	ステンレス鋼
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 正面及び側面に覗き窓あり ・ リザーバータンク及び排水タンク付帯

表 7 水中切断試験装置 主要仕様

項目	2 軸試験装置	3 軸試験装置
X 軸ストローク	150mm	500mm
Y 軸ストローク	150mm	500mm
Z 軸ストローク	—	400mm
脚部フレーム高	—	2,365mm
装置全高	—	3,325mm
速度範囲	10～2,100mm/min	1～6,000mm/min

表 8 試験体仕様

材 質	形状	板 厚 (mm)
炭素鋼 (S45C)	階段	50-100、110-130、200-220
	矢型	70-120
ステンレス鋼 (SUS304)	階段	20-70、20-90、20-100、30-60、 30-80、40-70、40-90、50-100、 80-100、90-110、110-130、 130-150、140-160、170-190、 200-220
	矢型	70-110、70-120、80-130、80-140
溶融再凝固試験体 (SUS304(95%)+Zry2(5%))	矢型	70-120
溶融再凝固試験体 (SUS304(85%)+Zry2(15%))	矢型	70-120
溶融再凝固試験体 (SUS304(85%)+Zr-2.5%Nb(15%))	矢型	70-120
溶融再凝固試験体 (SUS304(70%)+Zr-2.5%Nb(30%))	矢型	70-120
クロム・モリブデン鋼 (SQV2A)	矢型	70-120

表 9 主な試験条件

プラズマ出力 (A)	200	600
プラズマガス種類/流量 (L/min)	Ar+N ₂ / 7+16、16+16、 9+22、16+7、 25+16、22+10	Ar+H ₂ / 40+20、50+25、 60+20、60+30、60+40
シールドガス種類/流量 (L/min)	Air / 80、120、130 160、185	N ₂ / 40 Air/20、40、60、80、120
切断方向	水平横向	水平横向、水平上向、 水平下向、垂直横向
スタンドオフ (mm)	5、10、15、20	
切断雰囲気	気中、水中	
水深 (m)	0.5、2.0	0.5、1.0
切断速度 (mm/min)	30、50、60、80、 100、120、160、180	15、20、30、40、50、60、 100、300、600、900
プラズマ噴流方式	旋回流方式	軸流方式、旋回流方式
ノズル径 (mm)	φ 4.2、φ 4.8	φ 4.5、φ 5.5

表10 H24年度プラズマ切断装置(MAX200)による切断試験結果

試験名称	試験No.	試験体			試験条件										データ採取項目				備考
		材質	形状	板厚(mm)	切断雰囲気	水深	出力電流(A)	ノズル径φ(mm)	スタントオープン(mm)	種類	流量(L/min)	シールドガス種類	流量(L/min)	方向	切断速度(mm/min)	切断板厚(mm)	裏側	表側	
水中切断試験(プラズマ、シールドガス等ハラスター)	2	ステンレス鋼	階段状	40-90	気中	-	200	4.2	5	Ar-N ₂	16.7	Ar	80	水平横	60	70	5	9	
	3	炭素鋼	階段状	50-100	水中	1	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	50	50	6	-	
	3-2	炭素鋼	階段状	50-100	水中	1	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	30	50	6	-	
	4	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	1	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	50	50	6	8	
	4-2	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	1	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	60	50	6	8	
	4-3	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	1	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	100	50	7	5	
	4-4	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	1	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	80	50	6	5-10	
	4-5	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	1	200	4.2	5	Ar-N ₂	25.16	Ar	160	水平横	80	-	6	-	
	4-7	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	0.5	200	4.8	5	Ar-N ₂	25.16	Ar	160	水平横	80	-	7	-	
	4-8	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	0.5	200	4.8	5	Ar-N ₂	15.16	Ar	160	水平横	80	-	6	-	
	4-9	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	0.5	200	4.8	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	80	-	6	-	
	4-10	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	80	-	6	-	
	4-11	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	160	水平横	60	50	8	10	
	4-12	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	0.23	Ar	130	水平横	80	-	6	-	
	4-13	ステンレス鋼	階段状	50-100	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	185	水平横	80	50	6	8	
	4-14	ステンレス鋼	階段状	30-80	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	120	水平横	60	40	6	7	
	4-15	ステンレス鋼	階段状	40-90	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	120	水平横	50	50	6	6	
	4-16	ステンレス鋼	階段状	30-80	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	120	水平横	60	40	6	6	
	4-17	ステンレス鋼	階段状	40-90	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	16.7	Ar	160	水平横	60	40	6	7	
	4-18	ステンレス鋼	階段状	40-90	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	16.7	Ar	80	水平横	60	50	6	9	
	4-19	ステンレス鋼	階段状	40-90	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	16.16	Ar	80	水平横	60	40	6	9	
	4-20	ステンレス鋼	階段状	40-70	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	7.16	Ar	80	水平横	60	40	6	6	
4-21	ステンレス鋼	階段状	40-70	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	9.22	Ar	80	水平横	60	40	6	6		
4-22	ステンレス鋼	階段状	40-70	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	22.10	Ar	80	水平横	60	40	6	7		
8	ステンレス鋼	階段状	30-60	水中	0.5	200	4.2	10	Ar-N ₂	16.7	Ar	80	水平横	60	40	8	9		
8-2	ステンレス鋼	階段状	30-60	水中	0.5	200	4.2	10	Ar-N ₂	16.7	Ar	160	水平横	60	-	-	-	メインアーク移行せず	
8-3	ステンレス鋼	階段状	30-60	水中	0.5	200	4.2	5	Ar-N ₂	16.7	Ar	80	水平横	60	50	5	7		
12	ステンレス鋼	階段状	30-60	水中	0.5	200	4.2	15	Ar-N ₂	16.7	Ar	80	水平横	60	-	-	-	メインアーク移行せず	
17	ステンレス鋼	階段状	30-60	水中	2	200	4.2	5	Ar-N ₂	16.7	Ar	80	水平横	60	50	5	7	途中失火	

表11 H24年度プラズマ切断装置(SUPER600)による切断試験結果

試験名称	試験体			試験条件										データ採取項目					備考								
	試験No.	材質	形状	板厚(mm)	切断雰囲気	水深(m)	出力電流(A)	ハル口径φ(mm)	スタンドオフ(mm)	種類	流量(L/min)	プラズマガス	種類	流量(L/min)	シールドガス	種類	流量(L/min)	切断方向		切断速度(mm/min)	遅延時間(s)	切断板厚(mm)	表側	内側	切断幅(mm)	最大アーク電圧(V)	
水中切断試験	1	SUS304	階段	200-220	水中	—	600	4.5	15	Ar-H ₂	35.19	N ₂	40	垂直下向	30	10	210	16.5-22.5	—	10-19	230						
	2	S50C	階段	200-220	水中	—	600	4.5	15	Ar-H ₂	35.19	N ₂	40	垂直下向	45	6	145	11-21	21-29	—	210						
	3	SUS304	階段	170-190	水中	—	600	4.5	15	Ar-N ₂	35.17	N ₂	40	垂直下向	40	44	164	20-22	25-28	—	180						
	4	SUS304	階段状	140-160	水中	—	600	4.5	13	Ar-N ₂	35.17	N ₂	40	垂直下向	40	12	160	20-21	26-28	11-12	180						
	5	SUS304	階段	220	水中	—	600	4.5	15	Ar-H ₂	35.19	N ₂	40	垂直下向	30	10	220	18-19	32-35	8-11	220						
	6	SUS304	階段	110-130	水中	—	400	4.5	15	Ar-H ₂	35.19	N ₂	40	垂直下向	100	—	110	10	—	7	140						
	7	SUS304	階段	110-130	水中	—	400	4.5	15	Ar-H ₂	35.19	N ₂	40	垂直下向	60	7	130	12	—	10	160						
	8	S50C	階段	110-130	水中	—	600	4.5	15	Ar-H ₂	35.19	N ₂	40	垂直下向	45	—	130	17	—	13	—	—					
	9	SUS304	楕圓形状	180-200	水中	—	600	4.5	15	Ar-H ₂	35.19	N ₂	40	垂直下向	45	—	190	13	—	12	—	—					
水中切断試験	18	SUS304	平板	150	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	40.20	Air	40	水平横向	30	10	0	12	—	—	200						
	19	SUS304	階段	140-160	水中	0.5	600	5.5	10	Ar-H ₂	50.25	Air	40	水平横向	30	15	0	15	25	—	180						
	20	SUS304	階段	130-150	水中	0.5	600	5.5	10	Ar-H ₂	50.25	Air	40	水平横向	20	20	0	18	—	—	180						
	21	SUS304	階段	130-150	水中	0.5	600	5.5	10	Ar-H ₂	50.25	Air	40	水平横向	15	15	0	16	—	—	180						
	22	SUS304	階段	90-110	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	40.20	Air	40	水平横向	30	15	0	19	—	—	200						
	23	SUS304	階段	80-100	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	40.20	Air	40	水平横向	30	15	0	—	—	—	190						
	24	SUS304	矢型	70-120	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	40.20	Air	40	水平横向	40	15	0	—	—	—	180						
	25	SUS304	矢型	70-120	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	40.20	Air	40	水平横向	40	10	100	11	22	10	190						
	26	SUS304	矢型	80-140	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	40.20	Air	40	水平横向	40	10	100	12	—	—	10	180					
	27	SUS304	矢型	80-140	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.20	Air	40	水平横向	40	10	96	12	—	—	7	200					
	28	SUS304	階段	90-110	水中	0.5	600	5.5	10	Ar-H ₂	50.25	Air	40	水平横向	50	10	0	—	—	—	160						
	29	SUS304	階段	90-110	水中	0.5	600	5.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	40	水平横向	40	10	0	—	—	—	160						
	30	SUS304	階段	90-110	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	40	水平横向	40	10	100	10	100	10	22	15	200				
	31	SUS304	矢型	70-110	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	40	水平横向	50	10	100	10	100	10	21	12	200				
	32	SUS304	矢型	80-130	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	40	水平横向	50	10	100	10	100	10	—	12	200				
	33	SUS304	矢型	80-130	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.40	Air	40	水平横向	50	10	90	12	—	—	—	12	200				
	34	SUS304	階段	90-110	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	50.25	Air	40	水平横向	50	10	100	10	100	11	22	13	200				
	35	SUS304	矢型	80-110	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	20	水平横向	50	10	92	12	20	10	210						
	36	SUS304	矢型	80-110	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	60	水平横向	50	10	105	14	21	12	200						
	37	SUS304	平板	100	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	40	水平横向	—	14	0	—	—	—	180						
	38	SUS304	平板	100	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	40	水平横向	—	10	0	—	—	—	180						
	39	SUS304	矢型	80-120	水中	0.5	600	4.5	10	Ar-H ₂	60.30	Air	80	水平横向	50	10	100	12	—	—	11	200					
	40	SUS304	矢型	80-120	水中	0.5	600	4.5	5	Ar-H ₂	60.30	Air	40	水平横向	50	10	100	9	—	—	11	200					

表12 H25年度プラズマ切断装置による切断試験結果 (1/2)

試験項目	試験No.	試験体			試験条件										切断条件				備考									
		材質	形状	板厚 (mm)	切断雰囲気	水深 (m)	出力電流 (A)	ノズロ径φ (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス		シールドガス		初期Delay時間 (s)	切断速度				切断長さ (mm)	切断厚 (mm)	切断幅 (mm)		アーク電圧 (V)				
											種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	低速度 (mm/min)	低速度時間 (秒)	高速速度 (mm/min)	高速時間 (秒)		表面	内側	裏側				
切断能力確認試験	1-1	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	61	80	13	14	14	試験体重ね無し		
	1-2	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	98	95	13	18	15	170-180	試験体重ね無し	
	1-3	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	130	101	10	22	-	180	試験体重ね無し、売走	
	1-4	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	110	89	11	20	180			
	1-5	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	145	100	12	25	15	190-200		
試験体加熱による切断能力確認試験	1-6	SUS304	矢型	50-145	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	141	95	11	21	15	180-190		
	2-1	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	60	88	12		12	180-190	試験体2段重ね	
	2-2	SUS304	矢型	80-130	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	80	ALL	55	69	13			180	試験体2段重ね	
	2-3	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	110	97	12	21	14	180	試験体2段重ね	
	2-4	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	95	85	11	18	-	180	試験体2段重ね	
	2-5	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	133	92	11	26	-	180	試験体2段重ね (同試験体)	
	2-6	SUS304	矢型	70-130	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	110	85	11	18	180	① 上部		
	2-7	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	備考参照		114	94	13	28		170-190	試験体50mmまでは速度60mm/min、60mmからは40mm/min	
	2-8	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	備考参照		105	92	12	23		170-190	試験体50mmまでは速度50mm/min、60mmからは30mm/min	
	2-9	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	備考参照		110	85	13	18	16	170-180	試験体50mmまでは速度60mm/min、60mmからは30mm/min	
	試験体能力確認試験による切断	3-1	SQV2A	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平上	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	150	110	13	18	10	180-190	
3-2		S95E1-ZrN(徐)	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	15	水平上	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	150	107	20	26	15	190-200		
3-3		SQV2A	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	15	水平上	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	150	105	10	14	15	190-200		
4-1		SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	15	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	44	80	13	15	9	180-190		
4-2		SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	15	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	108	85	12	20	14	180-190		
4-3		SUS304	階段	70	水中	1.0	600	4.5	-	-	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	-	-	-	-	-	180-200	スタンドオフ10mm→35mm (20mm確)
スタンドオフ延長試験	4-4	SUS304	平型	70	水中	1.0	600	4.5	-	-	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60-100	ALL	-	-	-	-	-	180-210	スタンドオフ15mm→35mm (30mm確)
	4-5	SUS304	平型	70	水中	1.0	600	4.5	-	-	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	-	-	-	-	-	180-200	スタンドオフ15mm→35mm (22mm確)
	4-6	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	20	水平横	Air	40	0.5	Air	40	0.5	-	-	60	ALL	50	76	16			190-200		

表12 H25年度プラズマ切断装置による切断試験結果 (2/2)

試験項目	試験No.	試験体			試験条件										試験結果				備考									
		材質	形状	板厚 (mm)	切断雰囲気	水深 (m)	出力電流 (A)	ノズロ径φ (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス		シールドガス		初期Delay時間 (s)	切断速度				切断長さ (mm)	切断板厚 (mm)	切断幅 (mm)		アーク電圧 (V)				
											種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)		低速速度 (mm/min)	低速時間 (秒)	高速速度 (mm/min)	高速時間 (秒)		表側	内側				
切噴流 切断能力 確認 試験	5-1	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL	150	100	7-15	20	12	180-190	
	5-2	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平横	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	120	0.5	5	-	-	60	ALL	142	100	12	26	17	170-180	
	5-3	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	15	水平横	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	120	0.5	5	-	-	60	ALL	125	90	13	22	13	180-190	
	6-1	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	20	水平横	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	10	1回目 600	ALL	2回目 40	ALL	35	77	17	18	13	190-200	
	6-2	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	20	水平横	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	1回目 600	ALL	2回目 60	ALL	29	65	14	20	真鍮なし	190-200	
	6-3	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	20	水平横	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	1回目 600	ALL	1回目 60	ALL	20	65	22	20	真鍮なし	190-200	
	7-1	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平上	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL	150	115	11	35	12	180-190	
	7-2	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	水平下	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL	86	84	12	17	-	180-190	
切噴流 切断方向 の差異 による 切断能力 確認 試験	7-3	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	20	水平上	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL	130	101	19	22	15	180-200	
	7-4	SUS304	矢型	50-145	水中	1.0	600	4.5	20	水平上	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL	150	97	22	18	-	180-200	
	7-5	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	10	垂直横	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL	150	105	10-30	35	10-32	180	
	7-6	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	20	垂直横	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL	70	85	15	16	-	190-200	
	7-7	SUS304	矢型	70-120	水中	1.0	600	4.5	15	水平上	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL	150	107	12-28	30	16-23	190-200	
	7-8	SUS304	矢型	50-145	水中	1.0	600	4.5	15	水平上	A _r , H ₂	60, 30	0.5	Air	40	0.5	5	-	-	60	ALL						190-200	

表 13 H26 年度プラズマ切断装置による切断試験結果 (1/5)

試験項目	試験体		試験条件										チーフ採取項目					備考									
	試験 No.	材質	形状	寸法 (mm)	試験体温度 (°C)	切断雰囲気	水深 (m)	出力電流 (A)	パルス幅 (mm)	ミラド (mm)	切断方向	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	シールドガス	種類	流量 (L/min)		圧力 (MPa)	切深 (mm)	切深長 (mm)	切深幅 (mm)	切深厚 (mm)	切深幅 (mm)	切深厚 (mm)	切深幅 (mm)	切深厚 (mm)
H2E-1-1	SUS304	失型	70-120			水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	60-80	ALL	150	155	109	11-27	18-28	190-200	決定 切断遅れ: 25mm
H2E-1-2	S45C	失型	70-120			水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	150	115	105	11-20	-	170-180	決定 切断遅れ: 40mm
H2E-1-3	SOV2A	失型	70-120			水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	150	113	109	14-17	-	180	決定 切断遅れ: 35mm
H2E-1-4	SUS304 Zr0.5%	失型	70-120	(徐冷)		水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80-90-70	ALL	65	-	82	-	-	190-200	決定 切断遅れ: 40mm
H2E-1-5	SUS304 Zr0.5%	失型	70-120	(急冷)		水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	150	130	114	15-25	8-18	180-200	決定 切断遅れ: 20mm
H2E-1-6	SUS304 Zr0.5%	失型	70-120	(徐冷)		水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	150	126	111	17-20	10	170-200	決定 切断遅れ: 20mm
H2E-1-7	SUS304 Zr0.5%	失型	70-120	(急冷)		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	140	117	104	18-23	-	180-190	トロス結果のため停止 上、切断遅れ: 40mm
H2E-1-8	SUS304 Zr0.5%	失型	70-120	(徐冷)		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	135	110	105	18-25	-	190-200	トロス結果のため停止 上、切断遅れ: 35mm
H2E-1-9	SUS304 Zr0.5%	失型	70-120	(急冷)		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	135	105	105	16-20	-	190-200	トロス結果のため停止 上、切断遅れ: 15mm
H2E-1-10	SUS304 Zr0.5%	失型	70-120	(徐冷)		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	73	55	90	18	-	180-190	トロス結果のため停止 上、切断遅れ: 5mm
H2E-1-11	SUS304 Zr0.5%	失型	70-120	(急冷)		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	80	44	90	18	10	180-190	切断遅れ: 15mm
H2E-1-12	S45C	失型	70-120			水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	140	111	96	17-24	-	180-200	トロス結果のため停止 上、切断遅れ: 35mm
H2E-1-13	SOV2A	失型	70-120			水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	130	119	97	18	-	170-180	トロス結果のため停止 上、切断遅れ: 40mm
H2E-1-14	SUS304	失型	70-120			水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	-	-	-	-	-	180-200	トロス結果のため停止
H2E-1-15	SUS304 Zr0.5%	平板	70	(徐冷)		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	150	ALL	150	60	70	15-20	10	170-180	
	予備試験	平板	70			水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	60-80	ALL	-	-	-	-	-	-	試運転
	予備試験	平板	70			水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	-	-	-	-	-	180	シリーズアップ完全 性確認
H2E-2-1	SOV2A	失型	70-120 幅100			水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	145	120	98	17	-	190-200	
H2E-2-2	SOV2A	失型	70-120 幅100			水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	140	105	105	16	-	190-200	5回切断
H2E-2-3	SOV2A	失型	70-120 幅120			水中	1.0	600	4.5	10	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	80	130	105	16	-	190-200	5回切断
H2E-2-4	SOV2A	失型	80-130 幅120			水中	1.0	600	4.5	10	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	70	ALL	150	125	95	15	-	180-200	5回切断

表 13 H26 年度プラズマ切断装置による切断試験結果 (2/5)

試験項目	試験体			試験条件										データ採取項目					備考											
	試験 No.	材質	形状	標準厚 (mm)	試験体温度 (°C)	切断雰囲気	水深 (m)	出力電流 (A)	パルス幅 (mm)	ミナト (mm)	切断方向	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	シールドガス	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)		加圧時間 (s)	切断速度 (mm/min)	高速度時間 (秒)	アーク点火	切断長 (mm)	始切時間 (s)	切断厚 (mm)	切断幅 (mm)	アーク電圧 (V)		
① 切断装置の性能試験	H26-3-1	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	50	ALL	○	44	27	70	16	15	180-210	210Vで点火		
	H26-3-2	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	100	ALL	○	160	97	70	18-25	-	180-190	停止		
	H26-3-3	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	150	ALL	○	160	64	70	15-30	-	170-180	停止		
	H26-3-4	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	200	ALL	○	160	50	70	15-25	-	170-180	停止		
	H26-3-5	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	300	ALL	○	160	36	64	14	-	160	停止		
	H26-3-6	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	250	ALL	○	105	28	64	15-18	10	160-170	手動停止		
	H26-3-7	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	10	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	150	ALL	○	130	64	70	12	8	160	停止		
	H26-3-8	SUS304	平板	40		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	300	ALL	○	160	35	40	10-15	2-6	160-170	停止		
	H26-3-9	SUS304	平板	40		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	350	ALL	○	160	30	40	10-13	2-5	160	停止		
	H26-3-10	SUS304	平板	40		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	400	ALL	○	160	27	40	10-13	0-4	150-160	停止		
	H26-3-11	SUS304	平板	40		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	600	ALL	○	160	20	40	10-12	0-3		停止		
	H26-3-12	SUS304	平板	100		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	60	ALL	○	37	24	83	10-12	3-6	180-190			
② 装置性能の検証	H26-3-13	SUS304	平板	100		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○	50	35	83	8-18	8	180-210			
	H26-3-15	SUS304	平板	100		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○	125	100	95	16	-	180-200			
	H26-3-16	SUS304	平板	100		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○	80		92	18	-	180-200			
	H26-3-17	SUS304	平板	100		水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○						180-190			
	H26-3-18	SUS304	平板	100		水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	90	ALL	○						170-180			
	H26-6-1	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	15-35	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○	59	39				180-200	X軸:45.34mm Z軸:12.2mm		
	H26-6-2	SUS304	平板	50		水中	1.0	600	4.5	20-35	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○	45	26				180-210	X軸:34.2mm Z軸:12.4mm		
	H26-6-3	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	150	ALL	○						170-180	切断長50mmで水裏通		
	H26-8-1	SUS304	平板	70		水中	1.0	400	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	50	ALL	○	25	13				-	-	160-170	
	H26-8-2	SUS304	平板	70		水中	1.0	400	4.5	20	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	50	ALL	○	163	186	70	14-33	12-23	160-180			
	H26-8-3	SUS304	矢型	50-100		水中	1.0	400	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	90	ALL	○		60					150-160		
	H26-8-4	SUS304	矢型	25-75		水中	1.0	200	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○	55	35	25	-	12	120-130			
H26-8-5	SUS304	平板	40		水中	1.0	200	4.5	10	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○	30	26	32	-	-	110				
H26-8-6	SUS304	平板	70		水中	1.0	400	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	40	0.5	5	80	ALL	○	63	41	63	12	12	150-160				
H26-8-7	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	20	水平上向	Ar, H2	40.20	0.5	Ar	40	0.5	5	150	ALL	-	150	60	70	15-19	10	160-170	停止			
H26-8-8	SUS304	平板	70		水中	1.0	600	4.5	15	水平上向	Ar, H2	30.15	0.5	Ar	40	0.5	5	150	ALL	-	150	60				150-160	停止			
H26-8-10	SUS304	平板	30		水中	1.0	200	4.5	10	水平上向	Ar, H2	16.7	0.5	Ar	80	0.5	5	30	ALL	○	-	-	-	-	-	-	-			
H26-8-11 (11-15)	SUS304	平板	40		水中	1.0	200	4.5	15	水平上向	Ar, H2	60.30	0.5	Ar	80	0.5	5	40	ALL	-	-	-	-	-	-	-	110-120			
H26-8-12 (14)	SUS304	平板	40		水中	1.0	200	4.5	15	水平上向	Ar, H2	40.20	0.5	Ar	80	0.5	10	60-30	ALL	-	-	-	-	-	-	-	110-120			

表 13 H26 年度プラズマ切断装置による切断試験結果 (3/5)

試験項目	装置	試験 No.	試験体			試験条件										データ採取項目					備考						
			材質	形状	板厚 (mm)	切断雰囲気	水深 (m)	出力電流 (A)	入口径 (mm)	スタンド (mm)	切断方向	プラズマガス		シールドガス		初期 Delay 時間 (s)	切断速度 (mm/min)	アーク 点火 回数	切断長 (mm)	切断板厚 (mm)		切断幅 (mm)	アーク 電圧 (V)				
											種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)					表側	裏側					
	アーク	1-①					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	9	0.5	10	60	0	85	90	17	-	180	かふせ: 端面より5mm	
		1-②					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	30	80	0	95	80	17	-	180	かふせ: 端面より10mm	
		1-③					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	30	100	0	110	75	17	-	180	かふせ: 端面より10mm	
		1-④			90		1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	10	60	0	76	85	19	-	160-170		
		1-⑤					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	10	40	0	63	80	19	-	160-170		
							1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	13	60	0					-	190-200	かふせ: 端面より7mm
							1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	15	60	0					-	190-200	かふせ: 端面より7mm
		1-⑥					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	10	100	0	130	80	12	10		170-180	板厚90→切断不可なので、板厚80で試験 かふせ: 端面より8mm
		1-⑦					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	11	200	0	130	80	11	-	150	かふせ: 端面より8mm	
		1-⑧					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	11	150	0	130	80	12	8		150-160	かふせ: 端面より9mm
		1-⑨					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	11	50 80	0						190-200 180-190	
		1-⑩					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	6	200	0	150	60	16	-	180		
		1-⑪					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	6	150	0	150	60	18	7	180		
		1-⑫					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	50	0	3	70	60	14	12	160-200	
		1-⑬					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	100	0	125	60	13	11		170-180	
		1-⑭					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	200	0	125	60	12	5		150-160	
		1-⑮					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	300	0	135	60	11	5		130-140	
		1-⑯					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	400	0	125	60	12	6		130	
		1-⑰					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	900	0	150	25	12	-		110-130	
		1-⑱					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	600	0	150	30	15	6		110	
		1-⑲					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	300	0	125	30	11	7		130-140	
	1-⑳					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	100	0	125	30	13	16		160-180		
	1-㉑					1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	50	0	3	45	30	19	22		180-200	

切断条件最適化試験結果及び対象物形状への適従切断

表 13 H26 年度プラズマ切断装置による切断試験結果 (4/5)

試験項目	装置	試験 No.	試験体			試験条件										データ取得項目					備考									
			材質	形状	板厚 (mm)	切断雰囲気	水深 (m)	出力電流 (A)	スリット径 (mm)	スタンド高さ (mm)	切断方向	プラズマガス		シールドガス		初期 Delay 時間 (s)	切断速度 (mm/min)	アーク着火回数	切断長さ (mm)	切断板厚 (mm)		切断幅 (mm)	アーク電圧 (V)							
											種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)														
対称形状への切断	アーク	1-22		矢型	85-120	水中	1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	60	0								切断能力確認		
		1-23		矢型	70-150	水中	1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	10	60	0									切断能力確認	
		1-24		図17参照	図17参照	水中	1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	60	6	95					190-200			切断能力確認 からせ：端面より10mm	
		1-25		図17参照	図17参照	水中	1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	(200-150-90-60-60)	0	150									
		1-26		図17参照	図17参照	水中	1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	(200-150-90-60)	0	150									
		2-①		図18参照	図18参照	水中	1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	150	0	137	60	15	13	130-140					SUS304:50mm, アルミナ:10mm
2-②		図18参照	図18参照	水中	1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	150	0	150	70	14	15	150-160					SUS304:50mm, アルミナ:20mm		
2-③		図18参照	図18参照	水中	1.0	600	4.5	15	垂直下向	Ar-H2	60.30	0.5	Air	40	0.5	5	150	0	150										SUS304:50mm, アルミナ:40mm	
3-①		図18参照	図18参照	水中	1.0	600	5.0	10	20	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	-	30	120	0	100	8	6	15				切断幅差側はトリスはね返り高さ		
3-②		図18参照	図18参照	水中	1.0	600	5.0	20	30	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	-	30	120	0	100	7	6	5					切断幅差側はトリスはね返り高さ	
3-③		図18参照	図18参照	水中	1.0	600	5.0	30	30	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	-	30	120	0	100	0	0	0					表面焦げ跡のみ	
3-④		図18参照	図18参照	水中	1.0	400	5.0	20	20	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	-	30	120	0	100	4	6	0						
3-⑤		図18参照	図18参照	水中	1.0	400	5.0	25	25	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	-	30	120	0	100	1	4	0						
3-⑥		図18参照	図18参照	水中	1.0	400	5.0	20	20	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	-	30	120	0	90	8	5	5					切断幅差側はトリスはね返り高さ	
3-⑦		図18参照	図18参照	水中	1.0	400	5.0	20	20	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	-	30	60	0	90	11	5	15					切断幅差側はトリスはね返り高さ	
3-⑧		図18参照	図18参照	水中	1.0	400	5.0	15	15	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	-	30	120	0	90	16	5	3					切断幅差側はトリスはね返り高さ	
4-①		図18参照	図18参照	水中	1.0	200	4.2	10	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	60	0	200	58	6-24	6-24					からせ：端面より5mm	
4-②		図18参照	図18参照	水中	1.0	200	4.2	15	15	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	60	0	3	-	-	-					からせ：端面より5mm	
4-③		図18参照	図18参照	水中	1.0	200	4.2	10	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	80	0	190	60	7-18	6-18					からせ：端面より5mm	
4-④		図18参照	図18参照	水中	1.0	200	4.2	10	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	120	0	134	59	5	4					からせ：端面より5mm MAX200のテスト切断速度	
4-⑤		図18参照	図18参照	水中	1.0	200	4.2	10	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	180	0	141	57	6	5					からせ：端面より5mm	
4-⑥		図18参照	図18参照	水中	1.0	200	4.2	10	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	150	0	141	53	6	5					からせ：端面より5mm	
4-⑥		図18参照	図18参照	水中	1.0	200	4.2	10	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	120	0	120	57	6	5					からせ：端面より5mm	

表 13 H26 年度プラズマ切断装置による切断試験結果 (5/5)

試験項目	装置	試験No.	試験体		試験条件										データ採取項目						備考						
			材質	形状	振厚 (mm)	切断雰囲気	水深 (m)	出力電流 (A)	スリット径 (mm)	スタンド (mm)	切断方向	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	種類	流量 (L/min)	圧力 (MPa)	初期 Delay 時間 (s)	切断速度 (mm/min)	アーク点火回数		切断長さ (mm)	切断位置 (mm)	系別	切断幅 (mm)	アーク電圧 (V)	
アークシエントスリット配置切断	シエント	SUS304	矢型	20-100		1.0	400	5.0	20	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	5	120	0	-	-	-	-	-	-	-	
	アーク						200	4.2	10			Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)		5	0	120	53	6	6	-	アーク点火時電動停止	
	シエント	SUS304	矢型	20-100	水中	1.0	400	5.0	20	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	5	120	0	-	-	-	-	-	-	-	
	アーク						200	4.2	10			Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)		5	0	150	54	8	5	-	-	
	シエント	SUS304	矢型	20-100	水中	1.0	400	5.0	20	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	5	120	0	-	-	-	-	-	-	-	
	アーク						200	4.2	10			Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)		5	0	150	56	9	5	-	-	
	アーク	SUS304	矢型	20-90		1.0	200	4.2	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	120	0	120	55	6	7	-	-	-	-
	シエント						400	4.2	20			Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-		5	0	-	-	-	-	-	-	-
	アーク	SUS304	矢型	20-70		1.0	200	5.0	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	180	0	150	55	7	8	-	-	-	-
	シエント						600	5.0	20			Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-		5	0	150	3	5	0	-	-	-
	アーク	SUS304	矢型	20-70		1.0	200	4.2	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	180	0	150	15	6	5	-	-	-	-
	シエント						600	5.0	20			Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-		5	0	150	8	6	5	-	-	-
アーク	SUS304	矢型	20-70		1.0	200	4.2	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	180	0	150	54	6	5	-	-	-	-	
シエント						400	5.0	15			Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-		5	0	240	12	5	15	-	-	-	-
アーク	SUS304	矢型	20-70		1.0	200	4.2	10	垂直下向	Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)	5	180	0	150	55	6	4	-	-	-	-	
シエント						400	5.0	20			Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-		5	0	-	2	4	0	-	-	-	-
アーク	アルミナ SUS304	平板	10 35	水中	1.0	400	5.0	20	垂直下向	Ar-N2	30.15	0.5	-	-	-	5	120	0	100	17	17	-	-	-	-		
シエント						200	4.2	10			Ar-N2	20.10	0.42 (60PSI)	Air	80	0.56 (80PSI)		5	0	100	45	6	-	-	-	-	-
アーク																											

This is a blank page.

付録 切断試験データシート

プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 1

試験条件

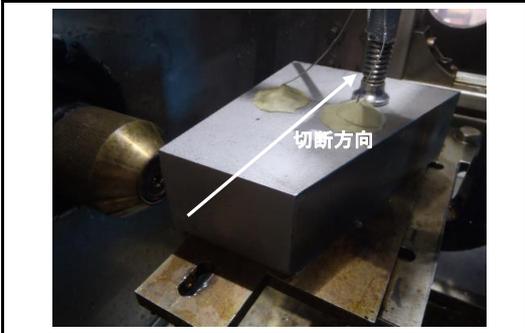
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	トーチ水平-X軸方向切断

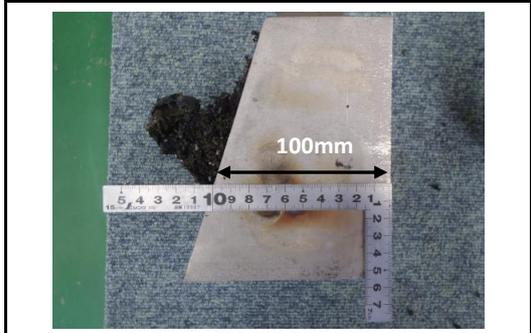
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
145	140	100	12	15	190-200	

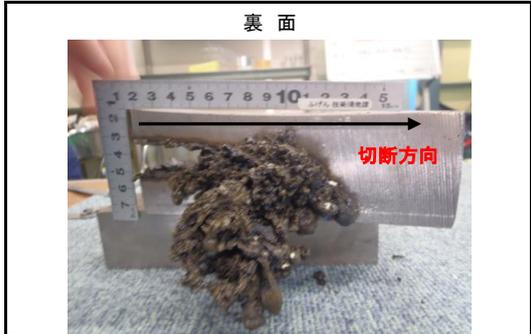
試験方法



切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 2

試験条件

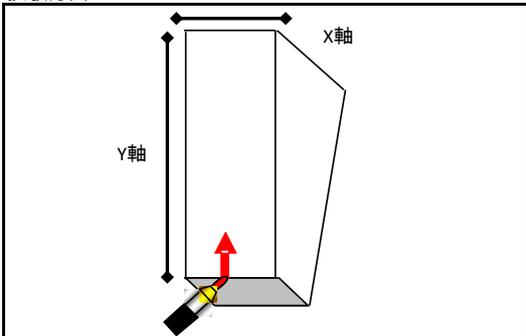
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	トーチ水平-Y軸上方向切断

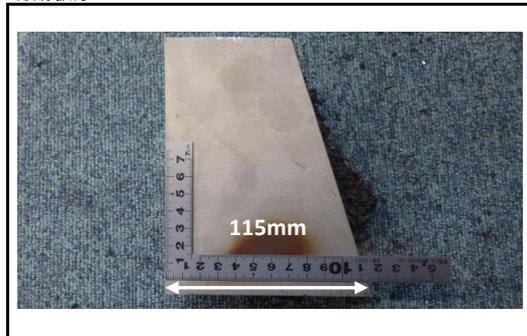
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	156	115	11	12	180-190	切断遅れ:15mm

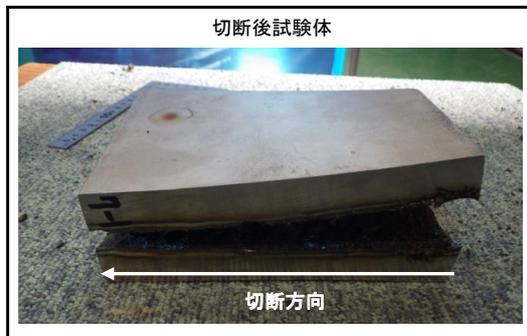
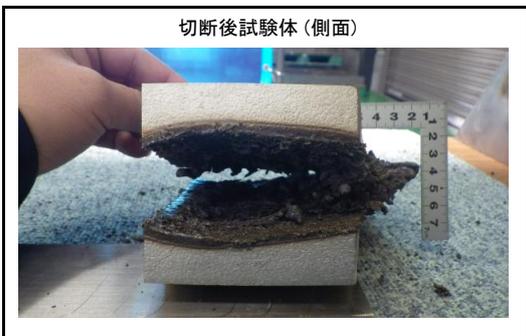
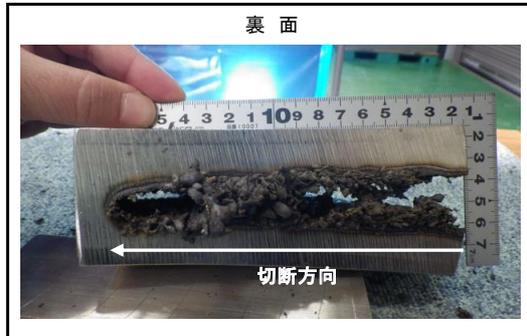
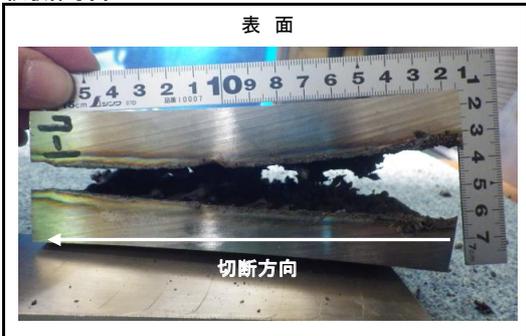
試験方法



切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 3

試験条件

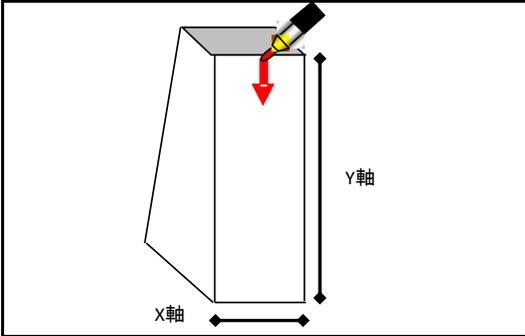
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテグ動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	トーチ水平-Y軸下方向切断

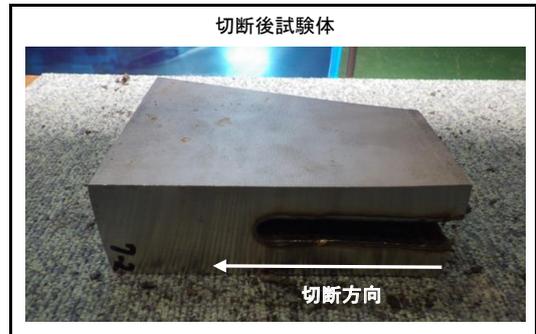
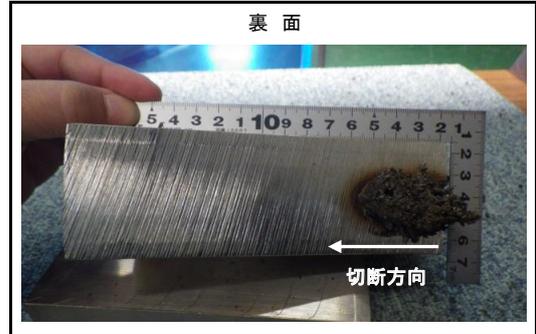
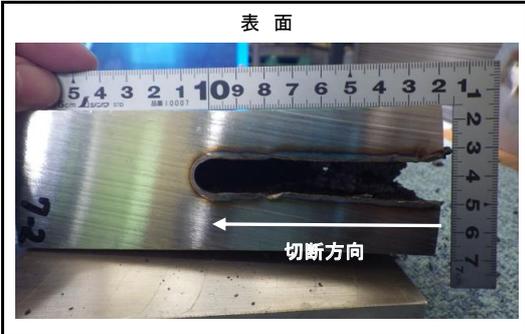
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
86		84	12	-	180-190	切断遅れ:45mm

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 4

試験条件

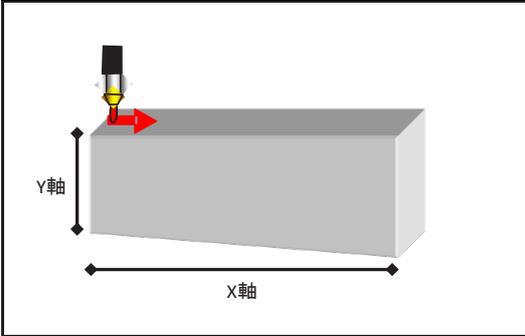
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H ₂ (L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	垂直横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	トーチ垂直-X軸方向切断

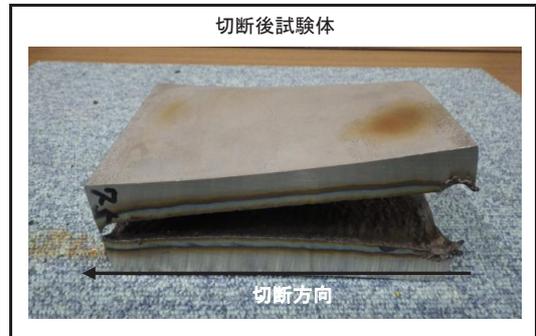
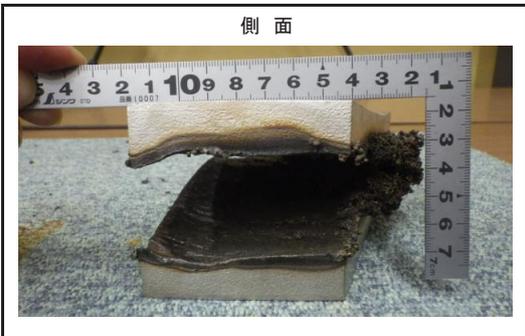
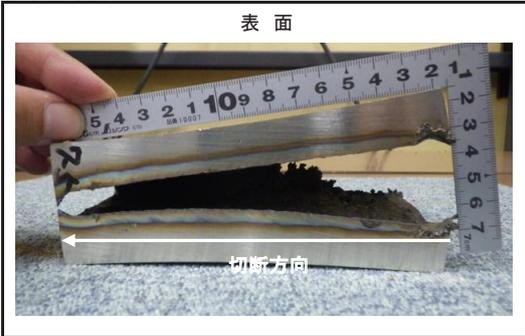
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	150	105	10-30	10-32	180-190	表裏側切断遅れ:30mm

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 5

試験条件

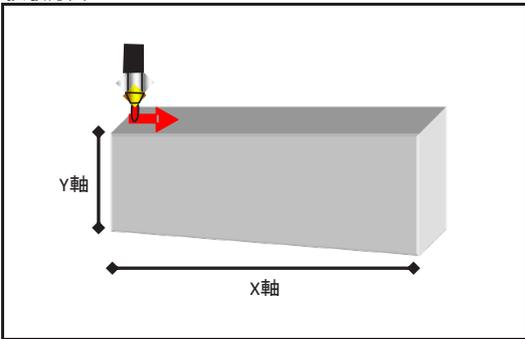
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H ₂ (L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	20	垂直横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	トーチ垂直-X軸方向切断

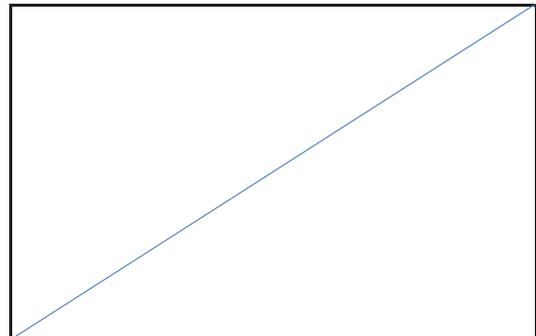
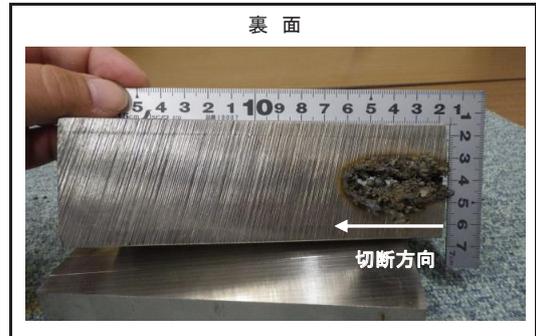
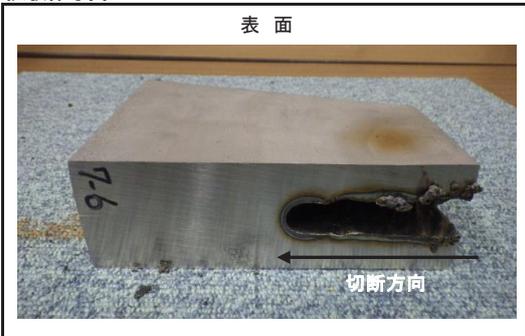
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
70		85	15	-	180-190	アーク失火4回発生、アーク再点火不可のためスタンドオフ20mm→18mm変更。 ドロス詰まりのため強制停止

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 6

試験条件

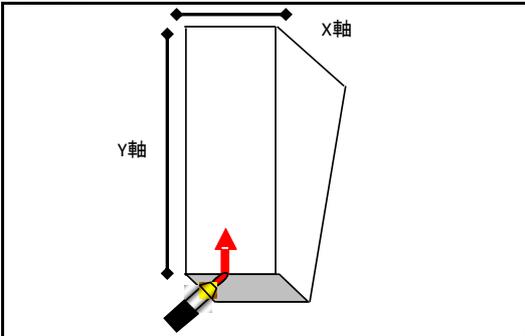
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	15	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	トーチ水平-Y軸上方向切断

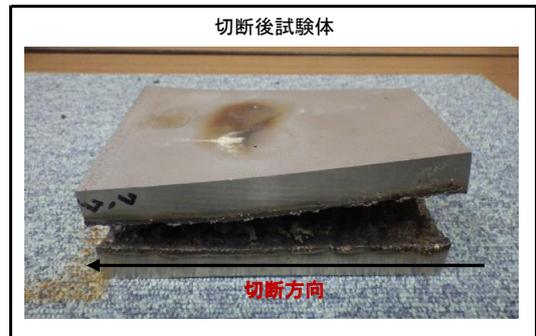
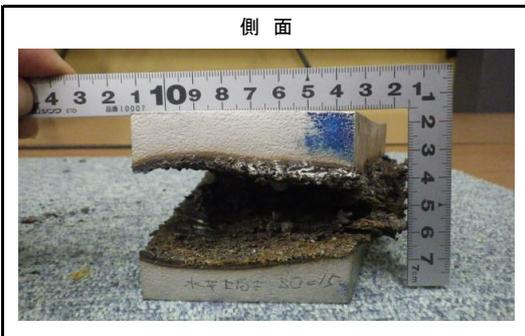
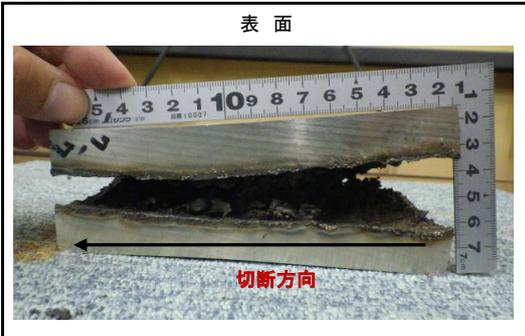
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150		107	12-28	16-23	180-190	表裏側切断遅れ: 30mm

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 7

試験条件

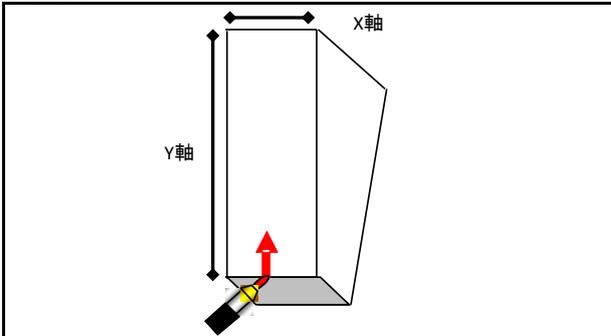
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	トーチ水平-Y軸上方向切断

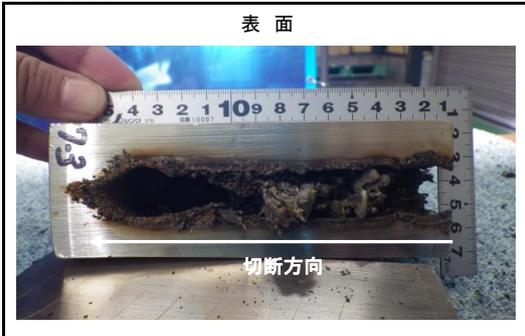
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
130	97	101	19	15	180-190	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 8

試験条件

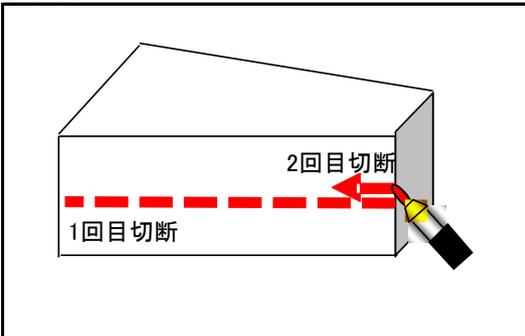
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	-	-	1回目切断時、切断速度600mm/min 2回目切断時、切断速度40mm/min

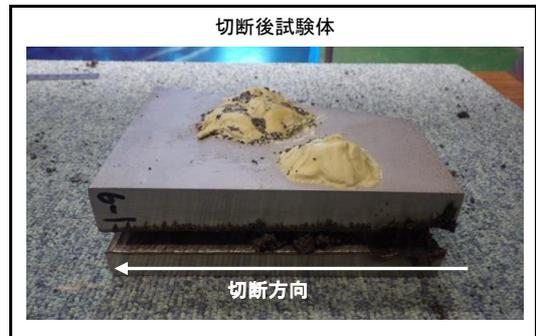
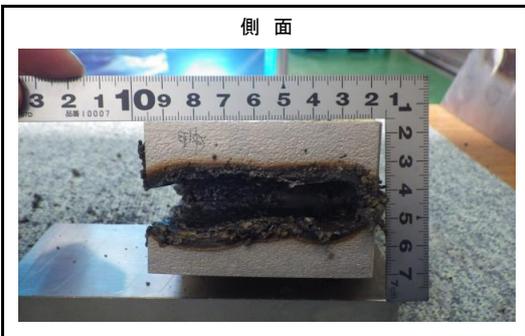
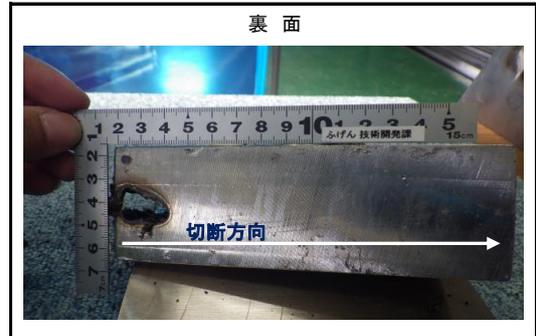
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
35		77	17	13	190-200	2回目切断時、4回アーク失火(全て3~10秒で失火)

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 9

試験条件

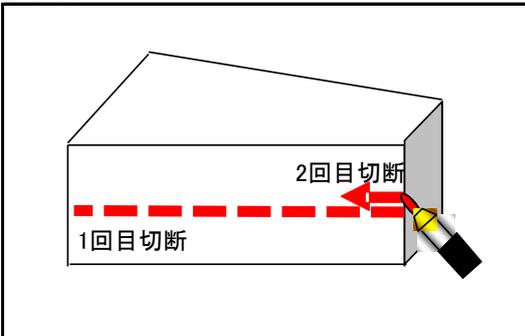
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	-	-	1回目切断時、切断速度600mm/min 2回目切断時、切断速度60mm/min 1回目切断後、5mm上方を2回目切断実施

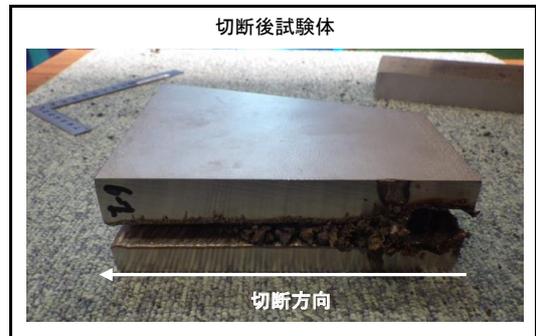
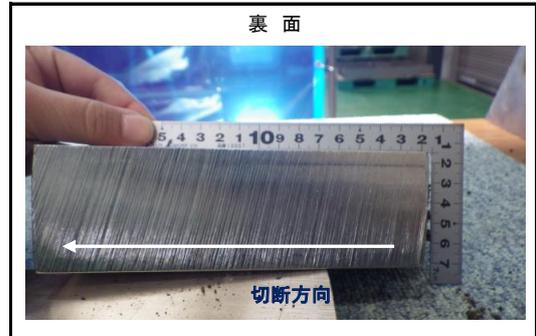
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
29		65	14	貫通なし	190-200	2回目切断時、アーク失火が頻発した。

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 10

試験条件

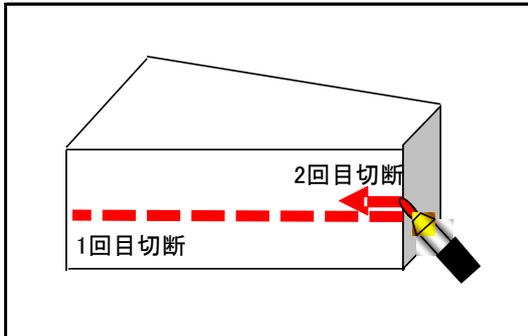
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	-	-	1回目切断時、切断速度600mm/min 2回目切断時、切断速度60mm/min 1回目切断後、10mm上方を2回目切断実施

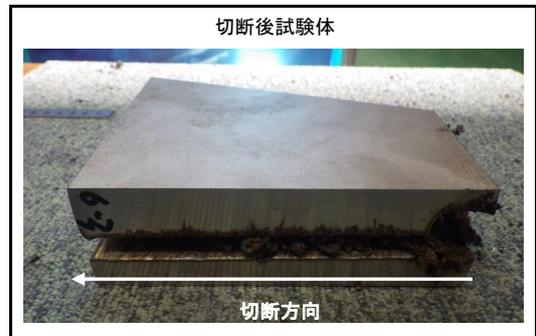
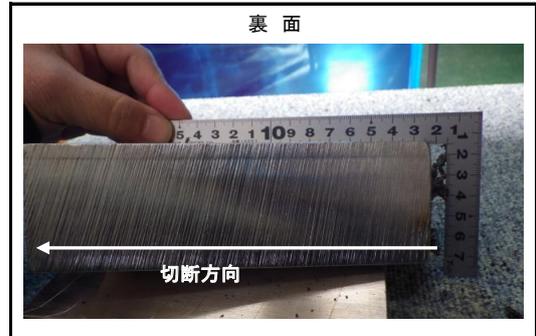
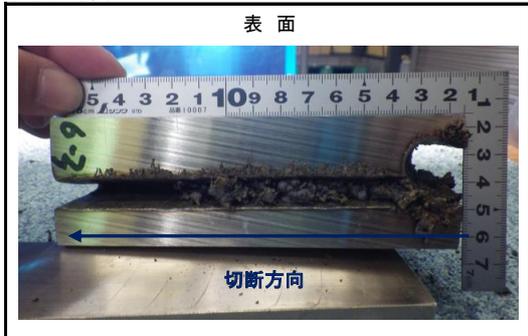
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
20		65	22	貫通なし	190-200	2回目切断時、アーク失火が頻発した。

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 11

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SQV2A	70-120	600	4.5	10	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	試験体材質: 圧力容器模擬試験体(クロム・モリブデン鋼)

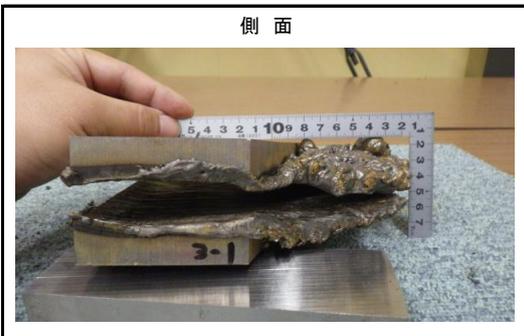
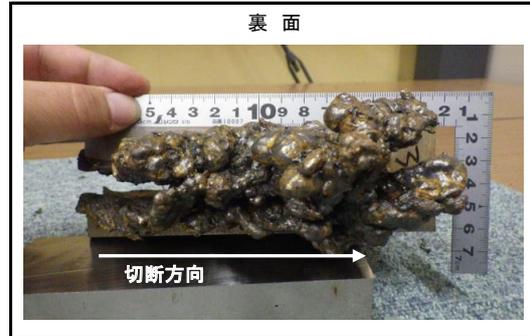
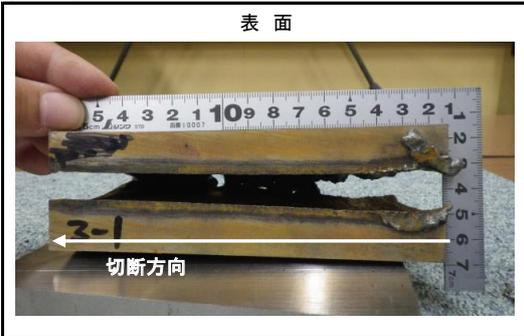
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	-	110	13	10	180-190	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 12

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	15	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	試験体材質: 熔融再凝固試験体 SUS304(95wt%)+Zry2(5wt%): 徐冷

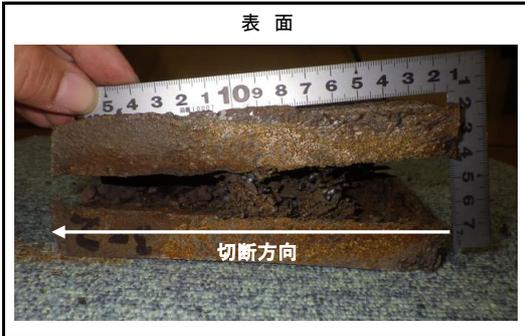
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	-	107	20	15	190-200	アーク失火5回

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 13

試験条件

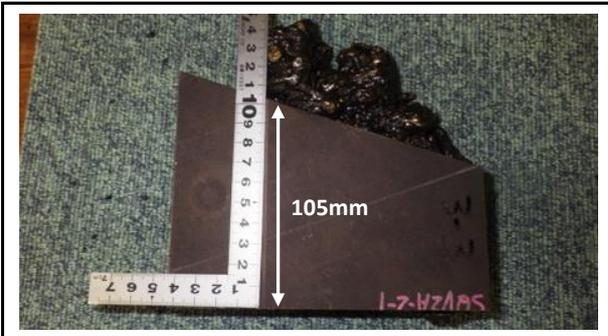
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SQV2A	70-120	600	4.5	15	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	試験体材質: 圧力容器模擬試験体(クロム・モリブデン鋼)

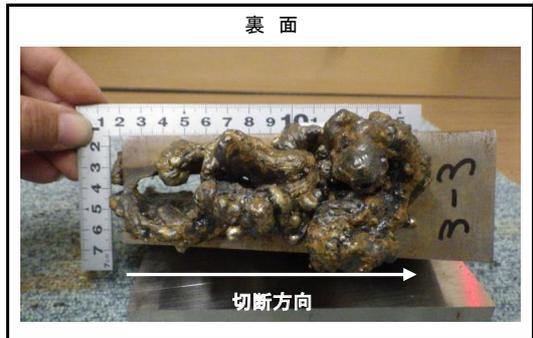
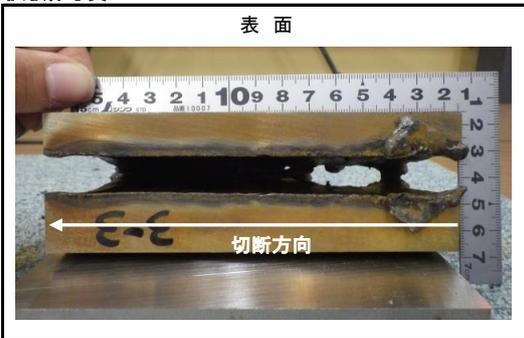
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	-	105	10	15	190-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 14

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
SUS304	矢型	70-120	600	4.5	15	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテグ動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	1	ALL	試験体材質：一般構造材試験体(ステンレス鋼)

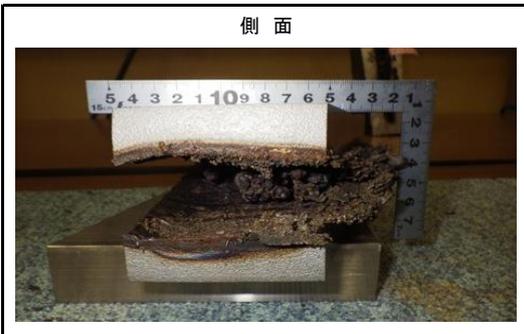
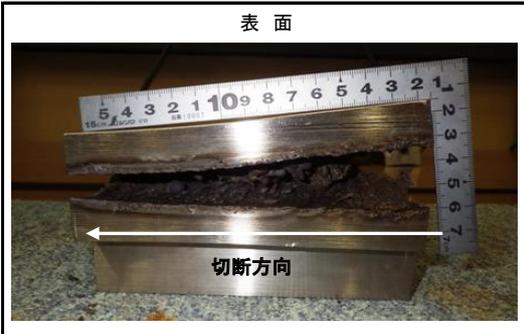
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	155	109	11-27	16-28	190-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 15

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	S45C	70-120	600	4.5	15	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	試験体材質: 炭素鋼試験体

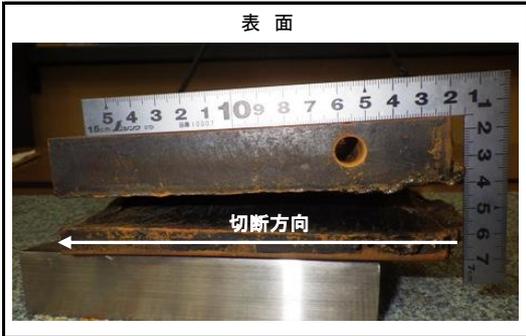
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	115	105	11-20	-	170-180	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 16

試験条件

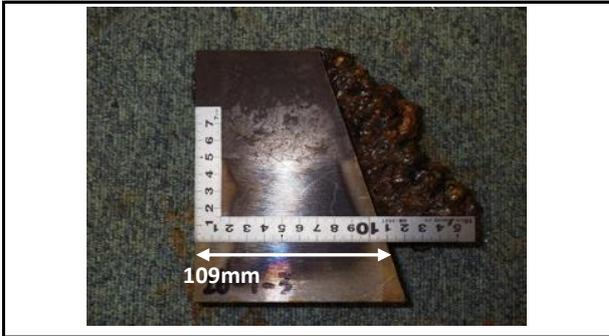
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SQV2A	70-120	600	4.5	15	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	試験体材質: 圧力容器試験体 (クロムモリブデン鋼)

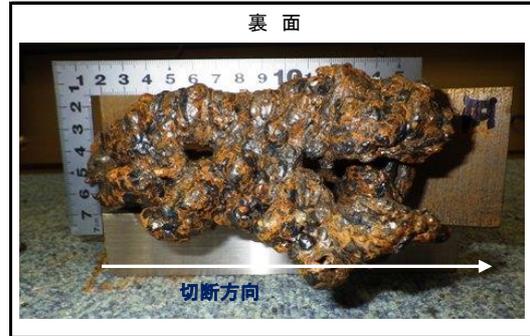
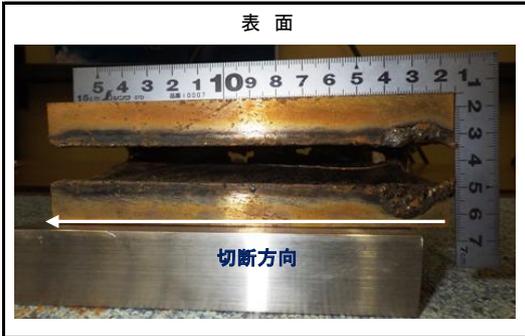
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	113	109	14-17	-	180	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 17

試験条件

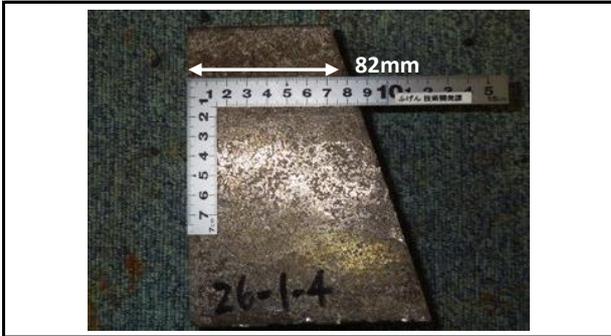
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	15	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	80/60/70	ALL	試験体材質: 熔融再凝固試験体 SUS304(95wt%)+Zry2(5wt%): 徐冷

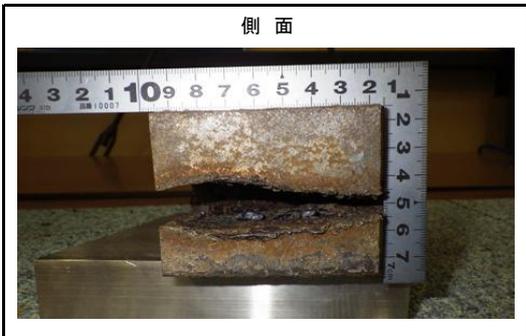
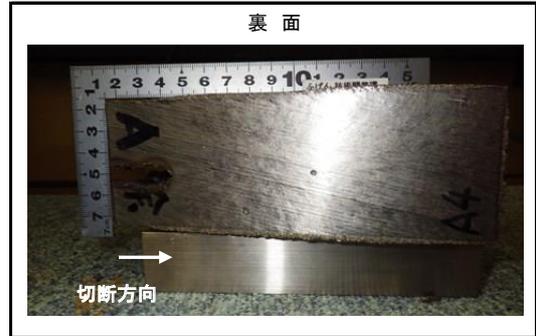
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
65	-	82	-	-	190-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 18

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	15	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	試験体材質: 溶融再凝固試験体 SUS304(95wt%)+Zry2(5wt%): 急冷

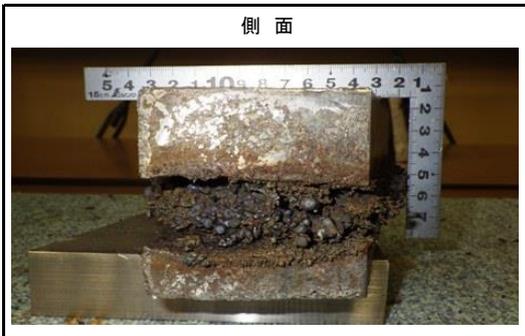
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	130	114	15-25	8-18	180-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 19

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	15	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	試験体材質: 溶融再凝固試験体 SUS304(85wt%)+Zry2(15wt%): 徐冷

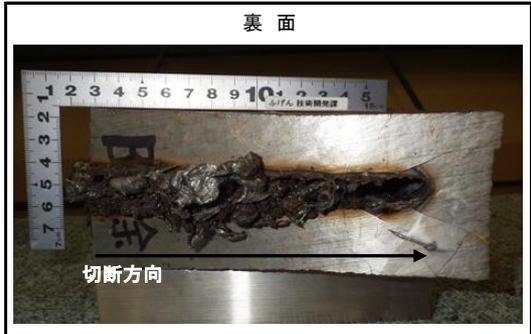
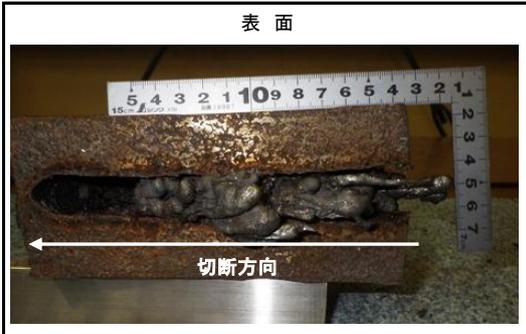
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	126	111	17-20	10	170-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 20

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考 試験体材質: 溶融再凝固試験体 SUS304(85wt%)+Zr ₂ (15wt%): 急冷
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	

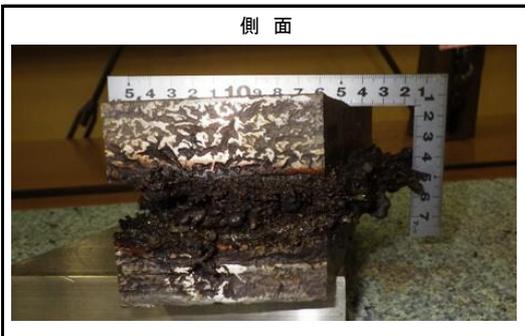
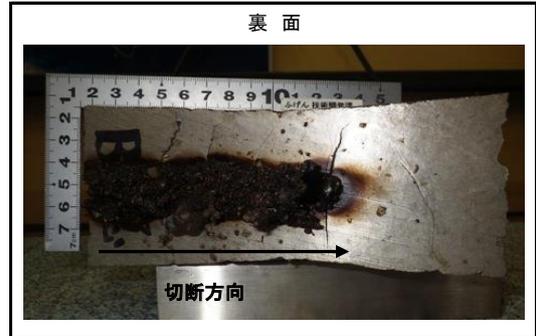
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
140	117	104	18-23	-	180-190	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 21

試験条件

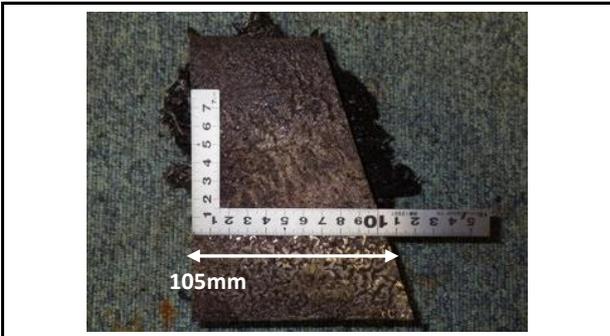
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	試験体材質: 溶融再凝固試験体 SUS304(85wt%)+Zr-2.5%Nb(15wt%): 徐冷

試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
135	110	105	18-25	-	180-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 22

試験条件

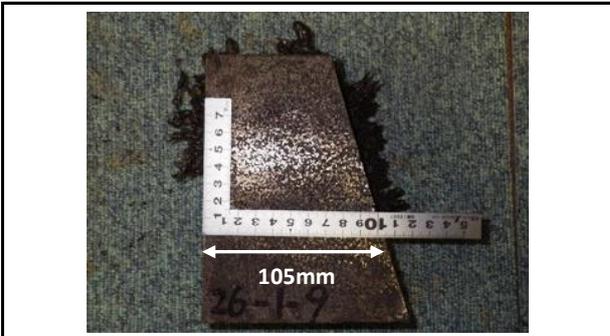
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	試験体材質: 溶融再凝固試験体 SUS304(85wt%)+Zr-2.5%Nb(15wt%): 急冷

試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
125	105	105	16-20	-	180-190	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 23

試験条件

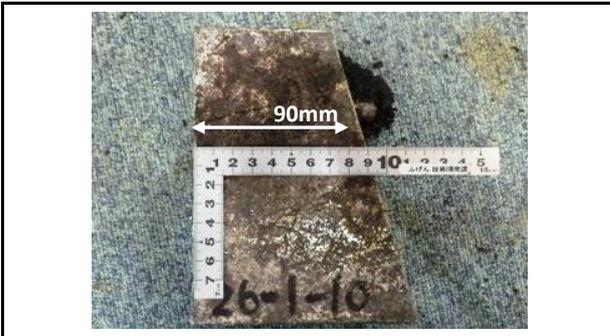
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	試験体材質: 溶融再凝固試験体 SUS304(70wt%)+Zr-2.5%Nb(30wt%): 徐冷

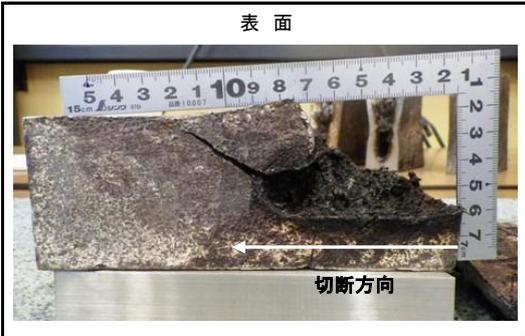
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
73	55	90	18	-	180-190	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 24

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	備考参照	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	試験体材質: 溶融再凝固試験体 SUS304(70wt%)+Zr-2.5%Nb(30wt%): 急冷

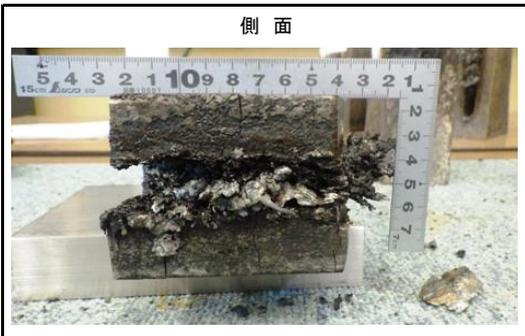
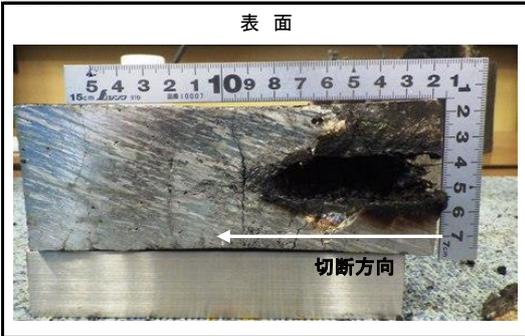
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
60	44	90	18	10	180-190	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 25

試験条件

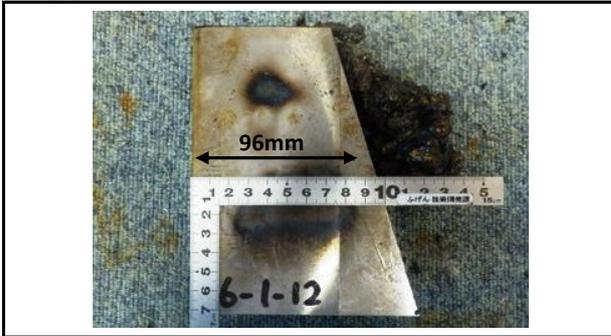
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	S45C	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	試験体材質: 炭素鋼

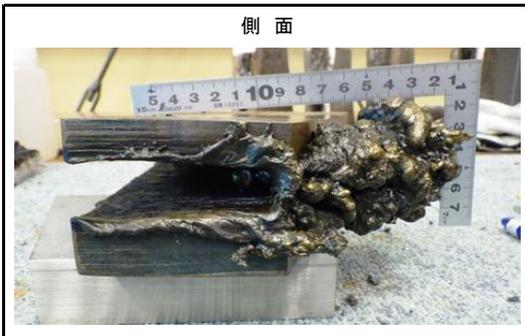
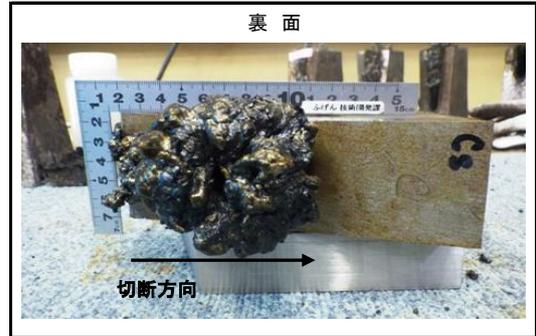
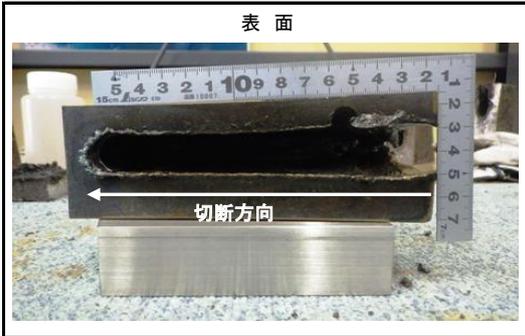
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
140	111	96	17-24	-	180-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 26

試験条件

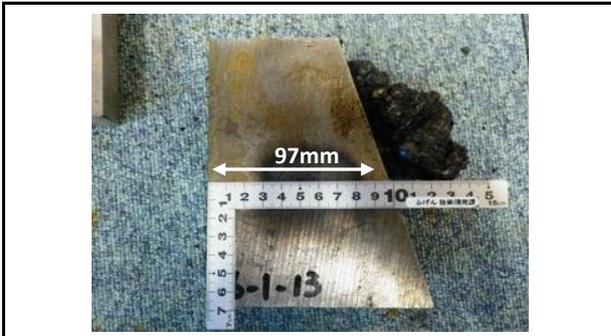
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SQV2A	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	試験体材質: 圧力容器模擬試験体(クロム・モリブデン鋼)

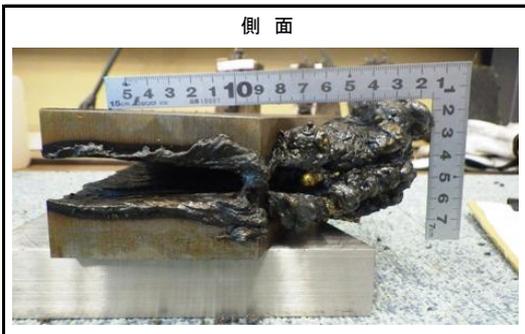
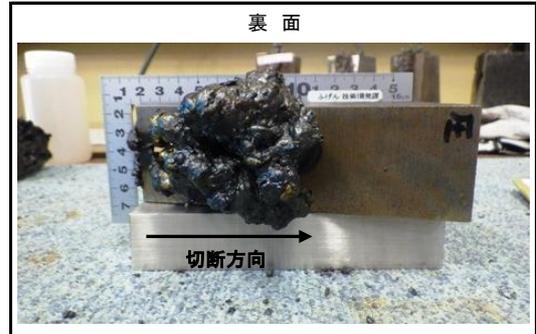
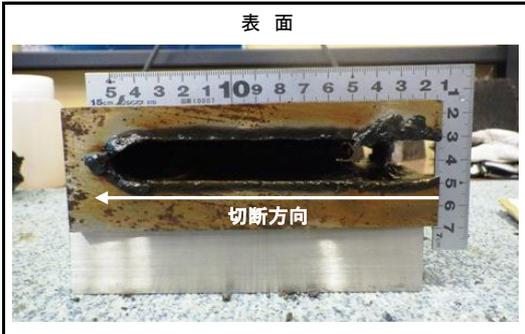
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
130	119	97	18	-	170-180	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 27

試験条件

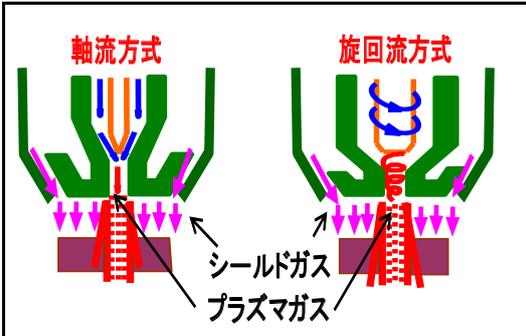
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	センタリングストーン旋回流方式に変更。

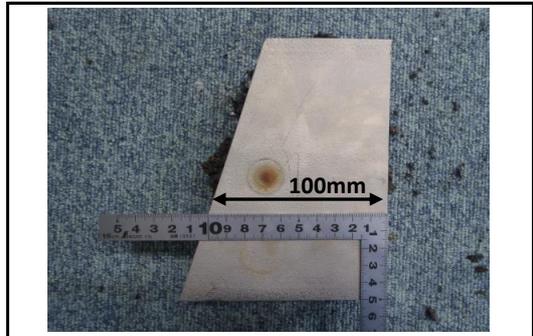
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	148	100	7-15	12	180-190	

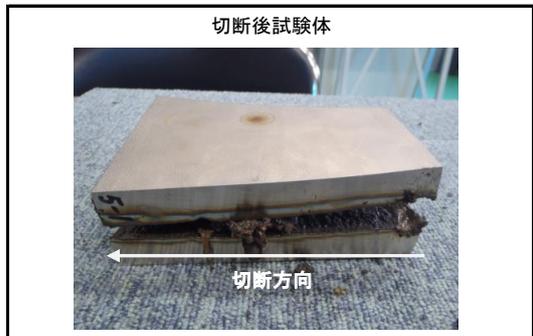
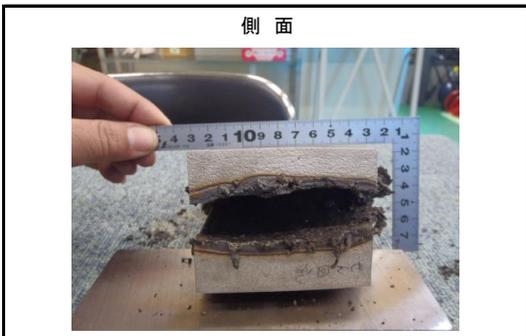
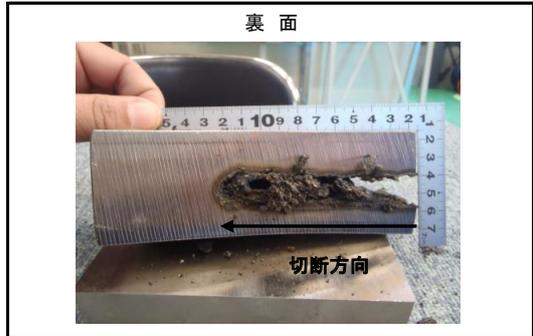
イメージ図



切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 28

試験条件

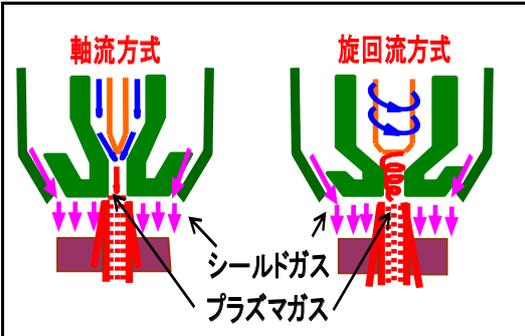
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平横向	60	30	0.5	120	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテグ動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	50	ALL	センタリングストーン旋回流方式に変更。

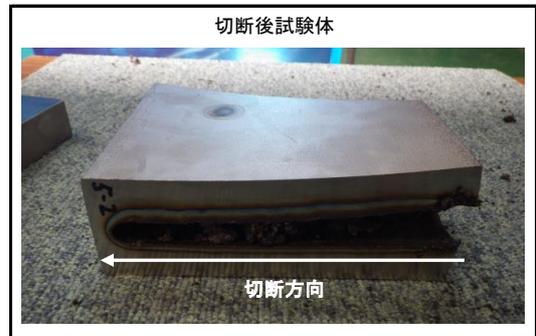
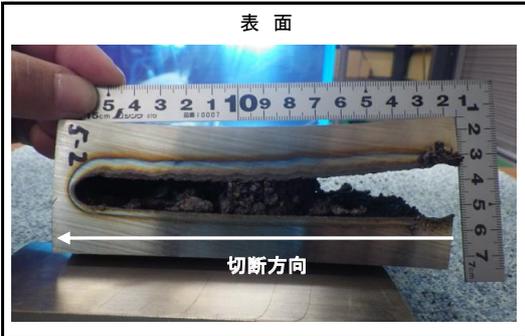
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
142	140	100	12	17	170-180	

イメージ図



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 29

試験条件

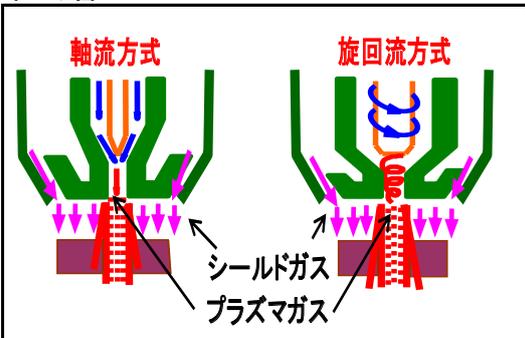
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	15	水平横向	60	30	0.5	120	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	50	ALL	センタリングストーン旋回流方式に変更。

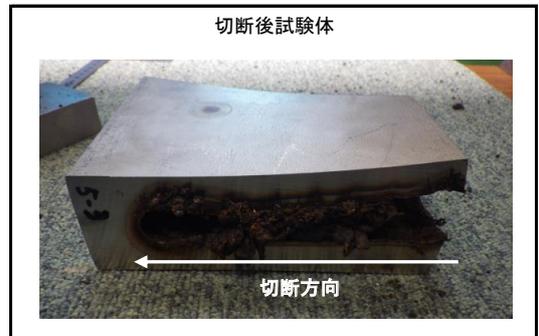
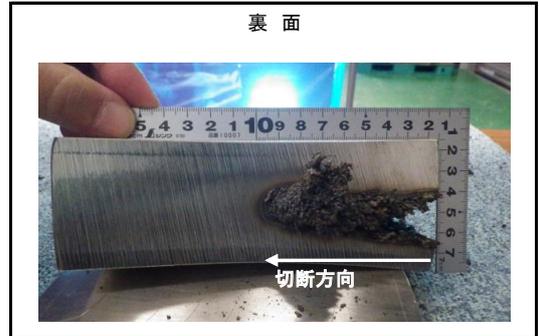
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
125	118	90	13	13	170-180	

イメージ図



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 30

試験条件

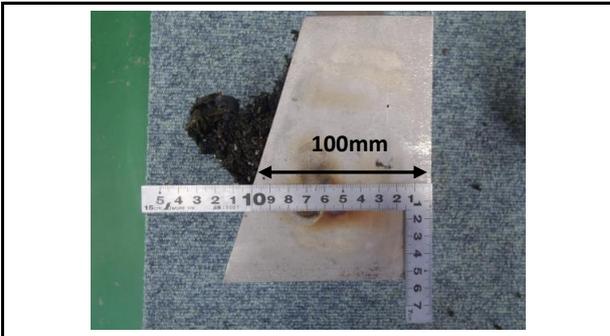
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	10	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	

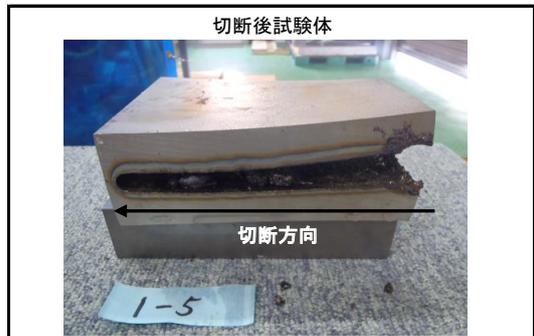
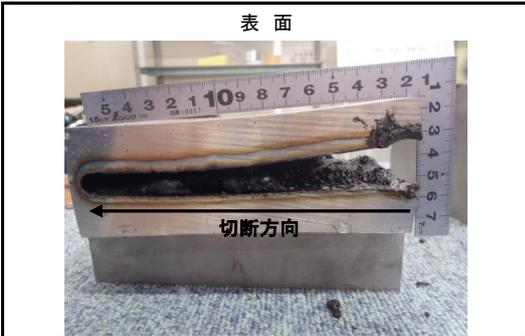
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
145	140	100	12	15	190-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 31

試験条件

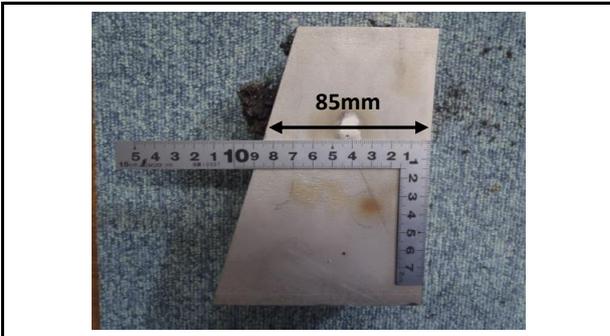
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	15	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	

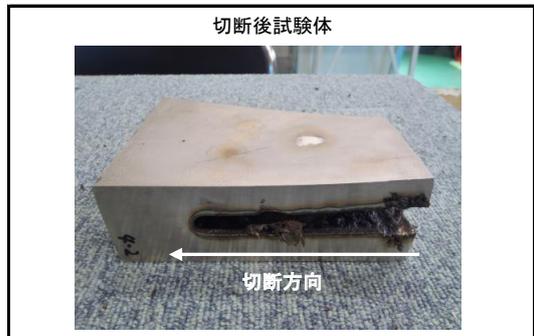
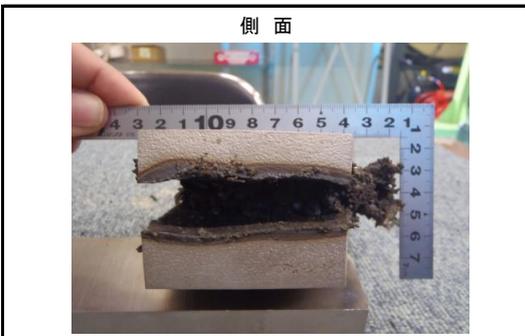
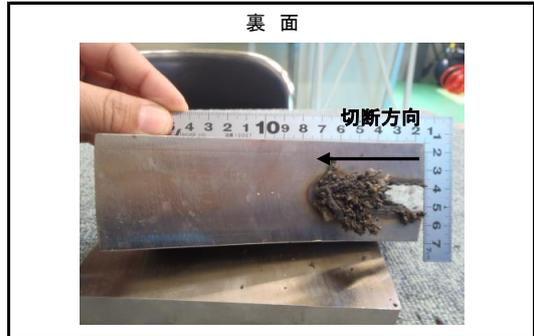
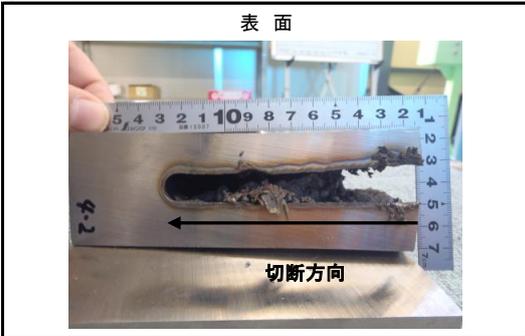
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
108	110	85	12	14	180-190	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 32

試験条件

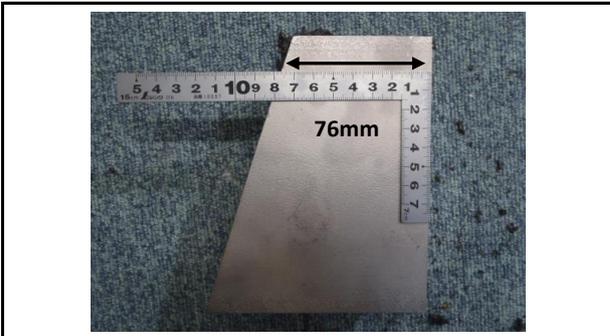
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	20	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	

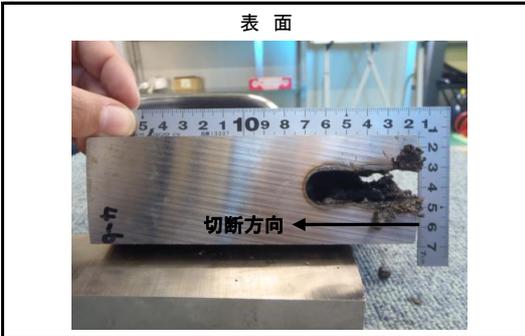
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
50	45	76	16		190-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 33

試験条件

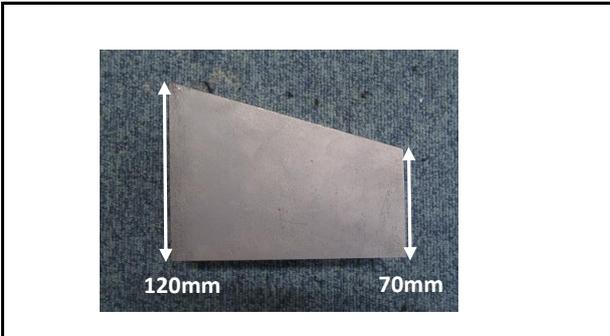
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	70-120	600	4.5	22	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	

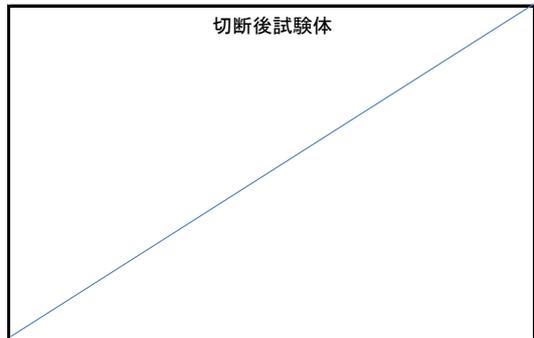
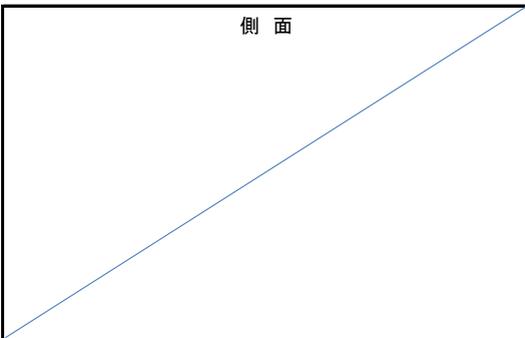
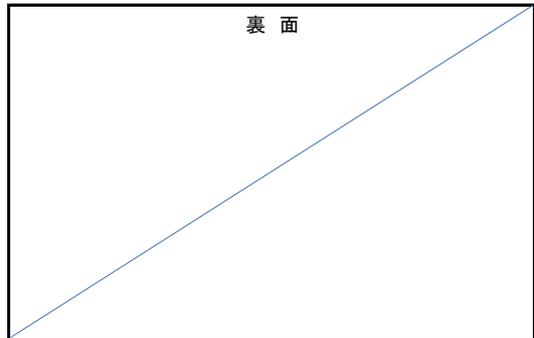
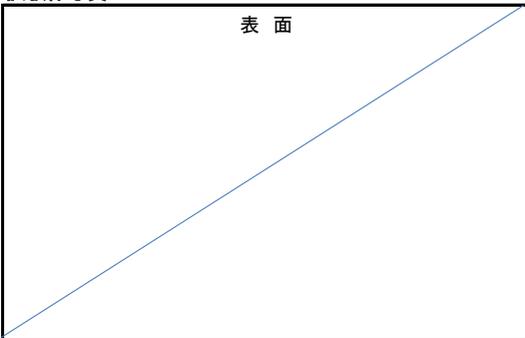
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
-	-	-	-	-	190-200	メインアーク点火不可

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 34

試験条件

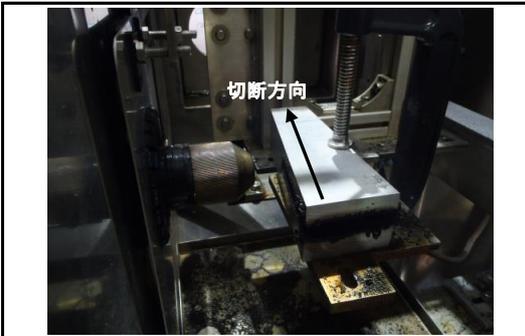
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平型	SUS304	70	600	4.5	30	水平横向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	-	-	ALL 1回目アーク失火後、2回目切断速度60→100mm/minに変更

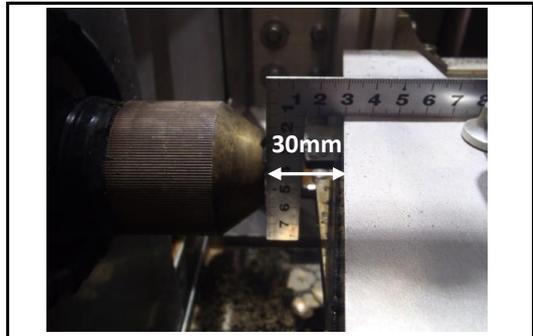
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
-	-	-	-	-	180-190	スタンドオフ30mmでアーク失火

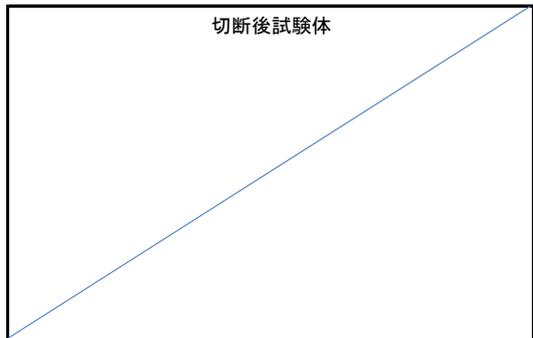
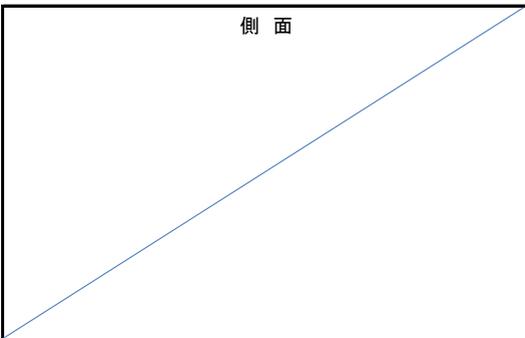
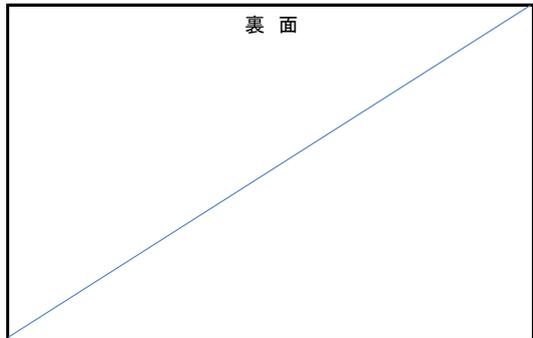
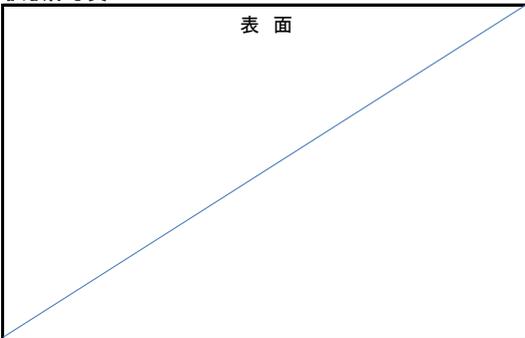
試験方法



試験後写真



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 35

試験条件

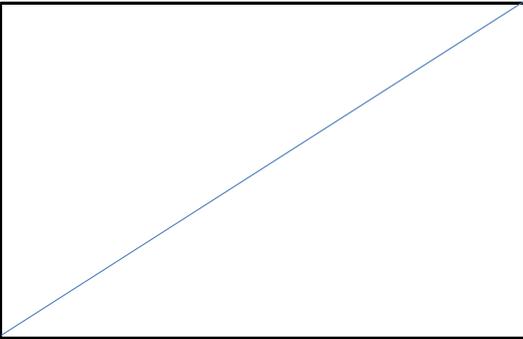
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	80	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
11	-	-	-	-	200	-	

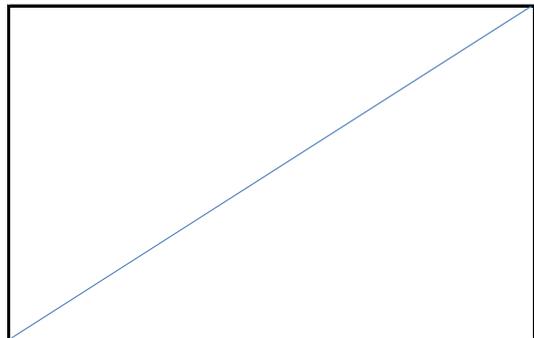
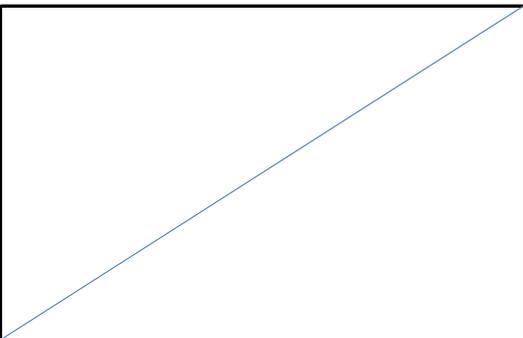
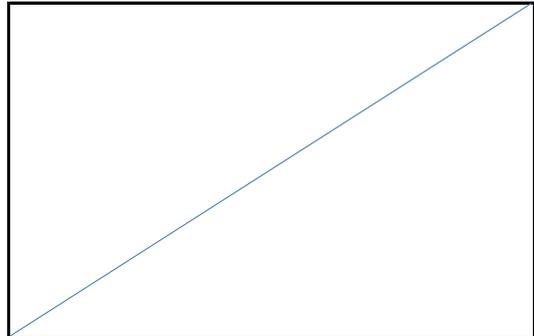
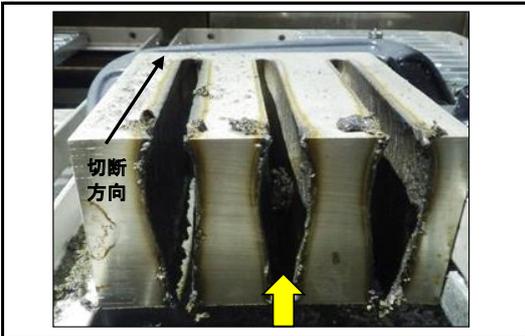
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
130	-	80	11	-	150	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 36

試験条件

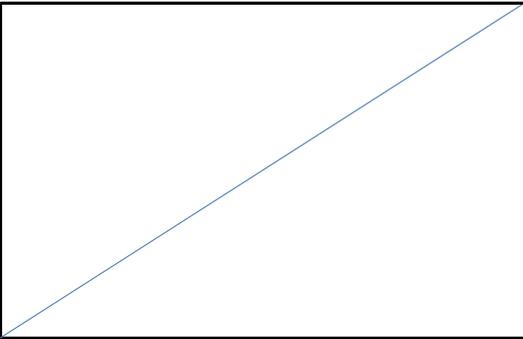
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	80	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
11	-	-	-	-	150	-	

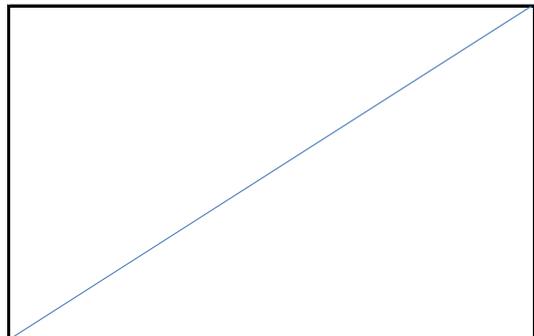
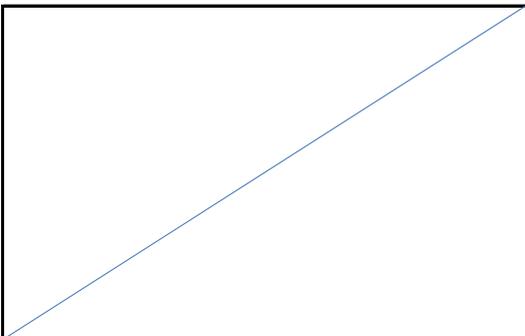
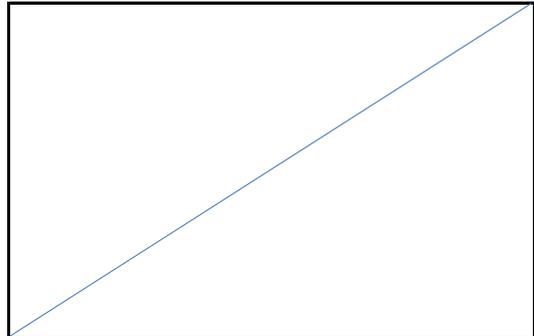
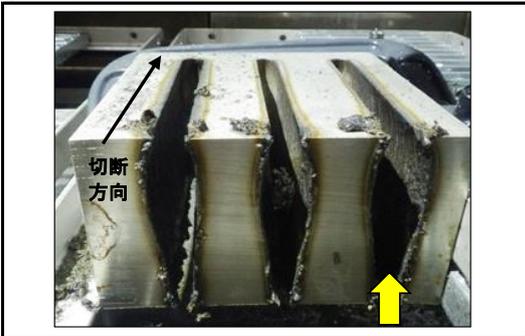
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
130	-	80	12	8	150-160	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 37

試験条件

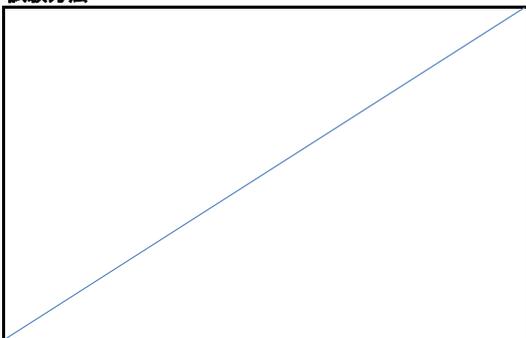
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	80	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
10	-	-	-	-	100	-	

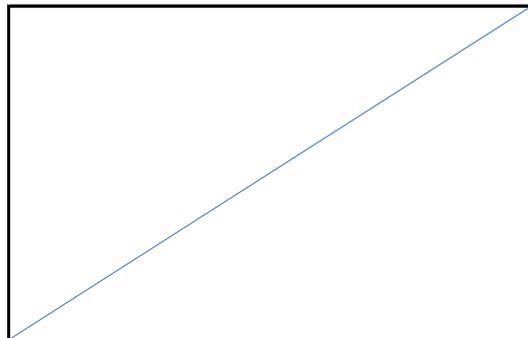
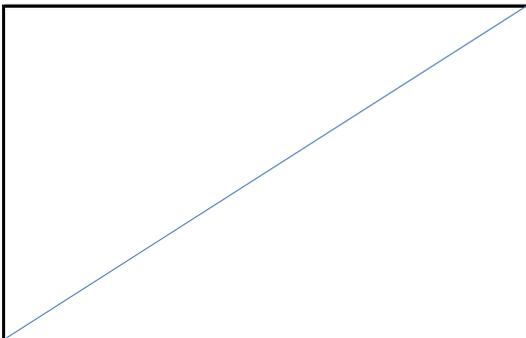
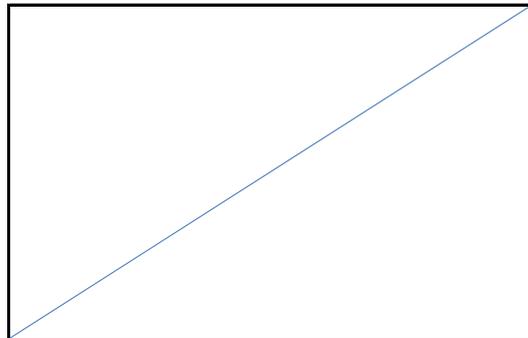
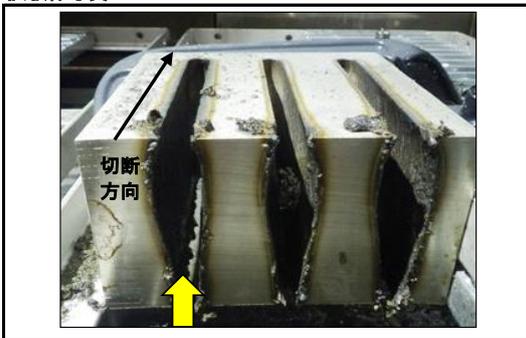
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
130	-	80	12	10	170-180	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 38

試験条件

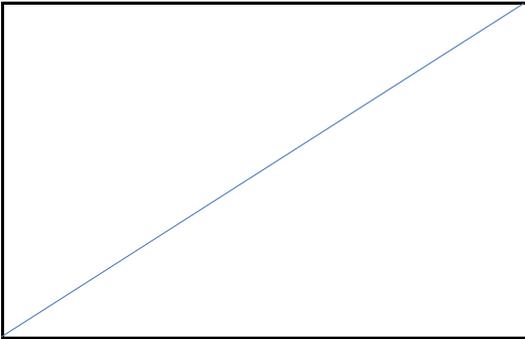
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	80	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
11	-	-	-	-	50/80	-	

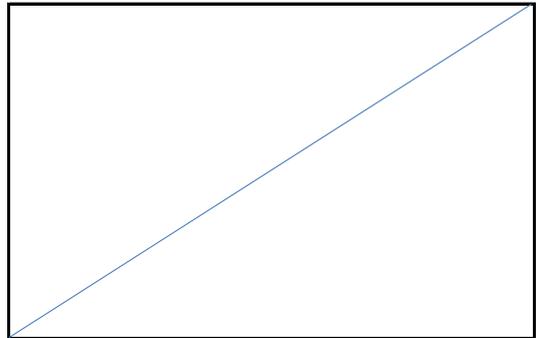
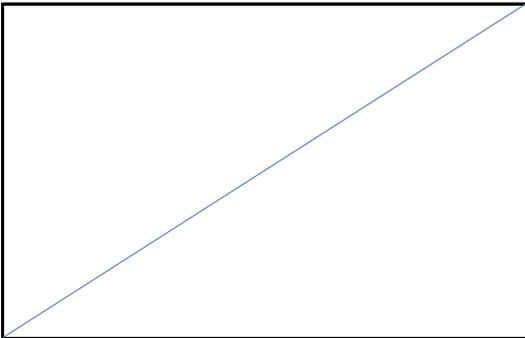
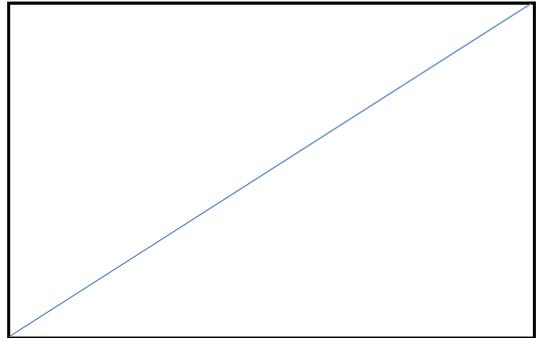
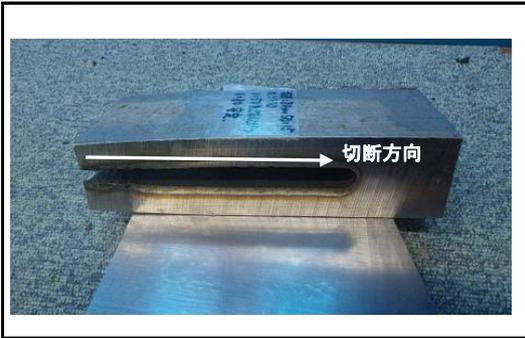
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
130	-	80	-	-	190-200	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 39

試験条件

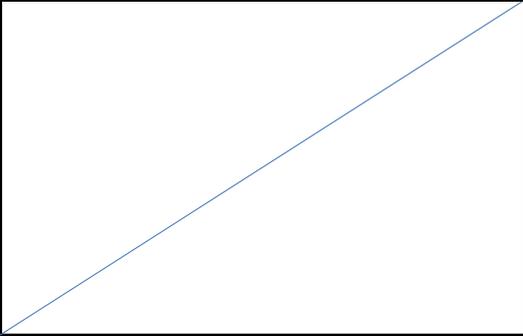
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	60	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	400	-	

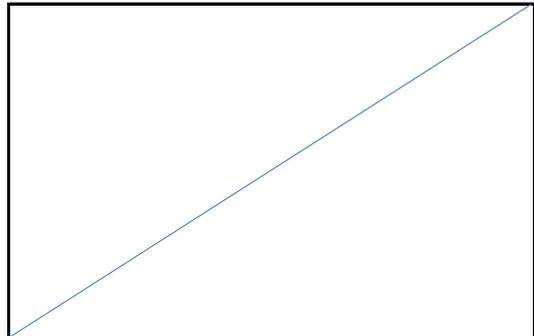
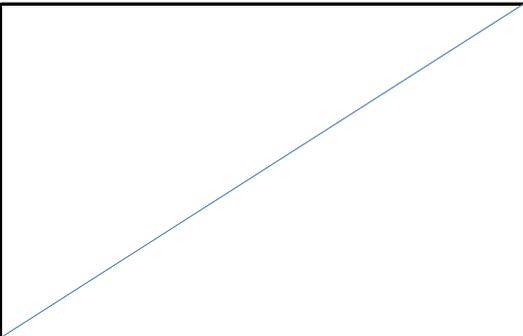
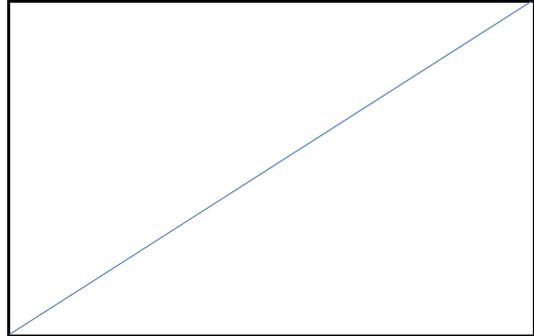
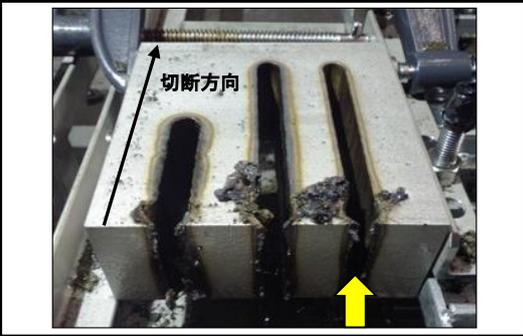
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
125	-	60	12	6	130	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 40

試験条件

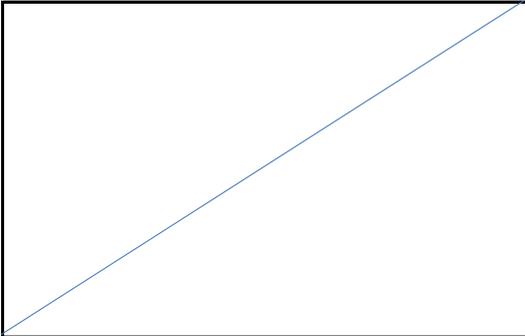
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H ₂ (L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	60	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテグ動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	300	-	

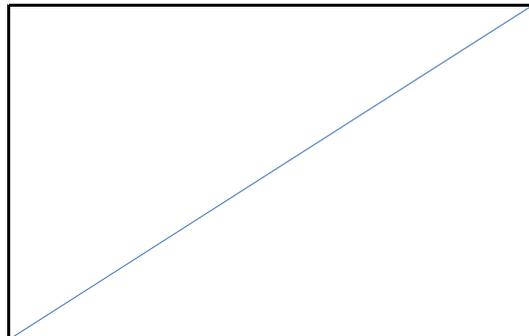
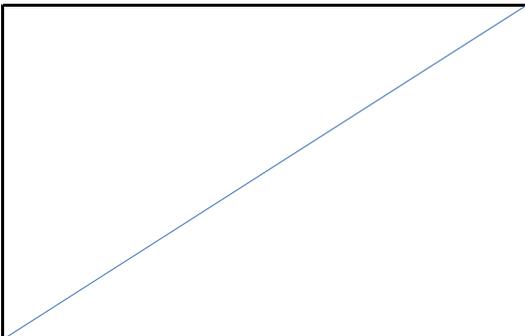
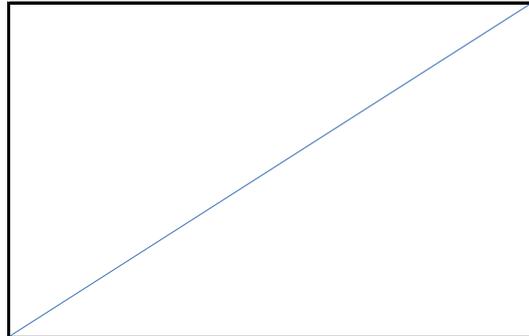
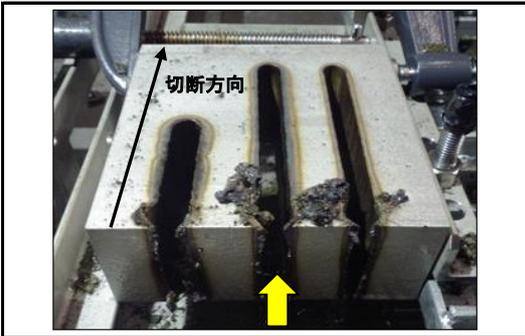
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
135	-	60	11	5	130-140	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 41

試験条件

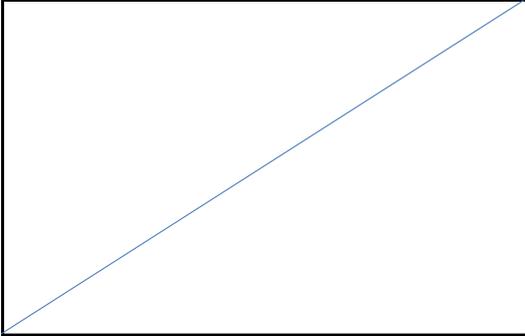
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H ₂ (L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	60	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	200	-	

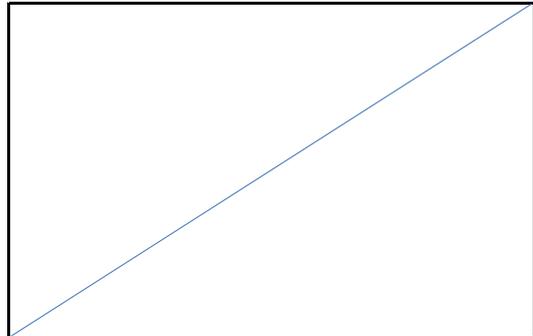
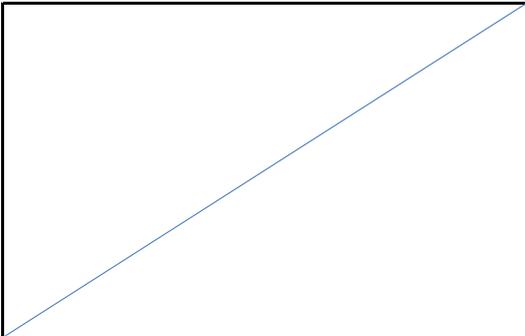
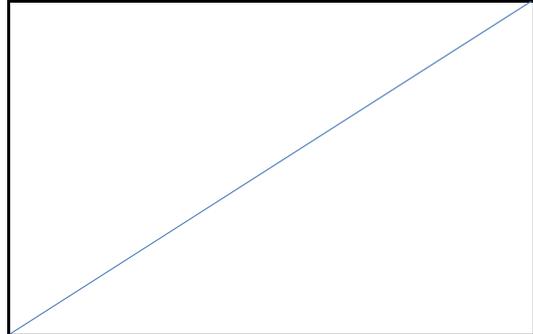
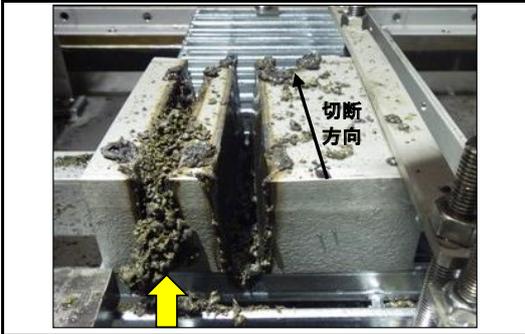
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
125	-	60	12	5	150-160	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 42

試験条件

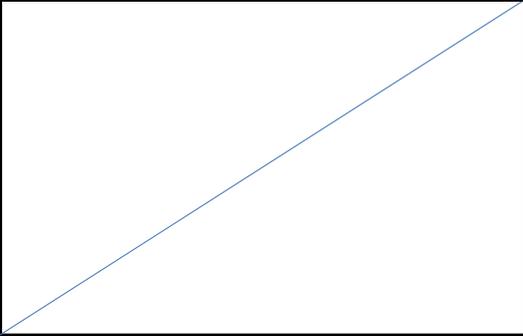
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H ₂ (L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	60	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	100	-	

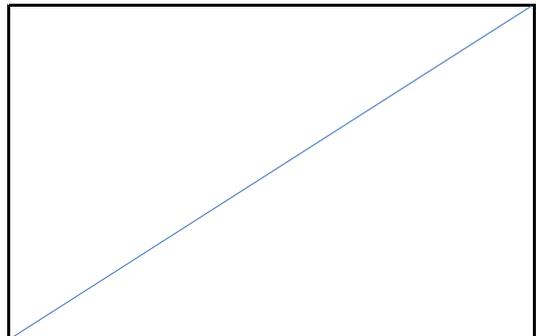
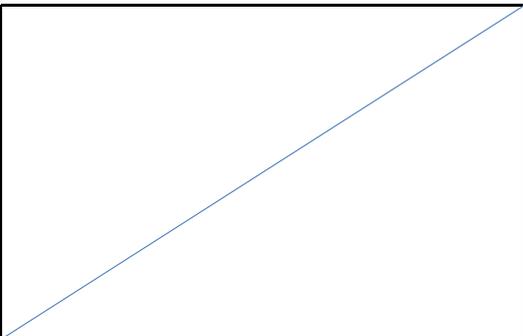
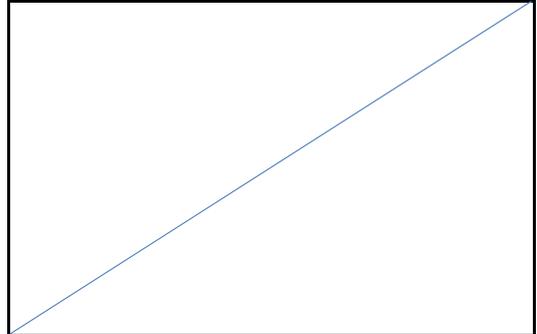
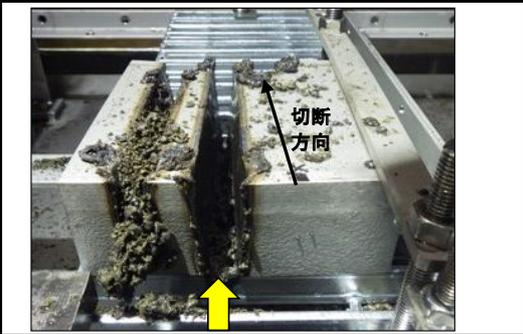
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
125	-	60	13	11	170-180	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 43

試験条件

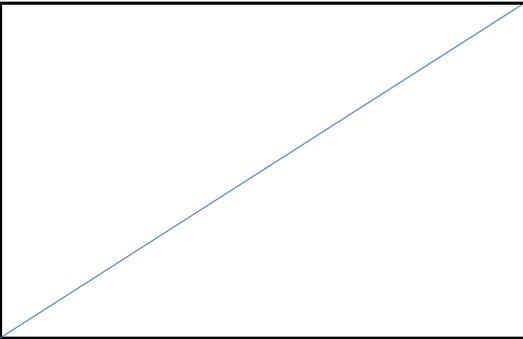
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	60	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	50	-	

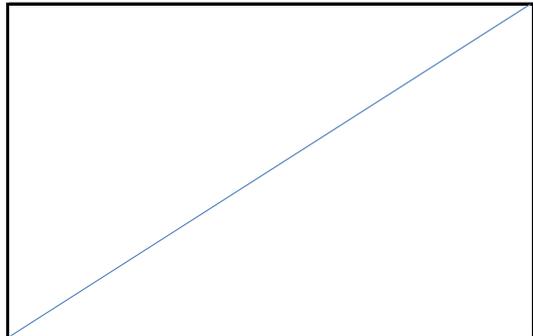
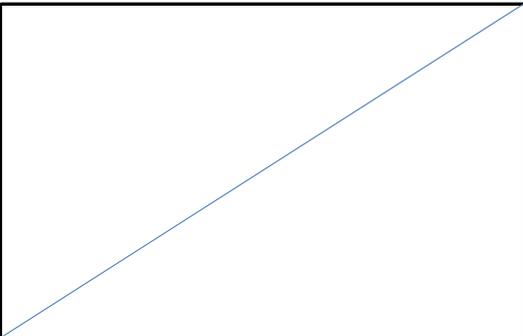
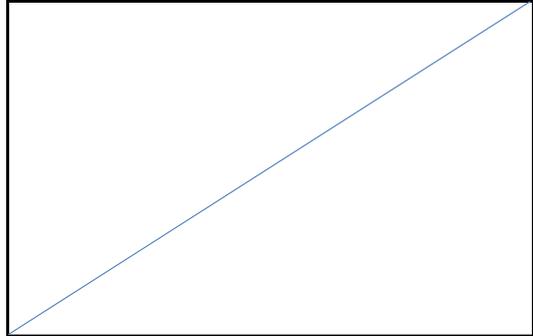
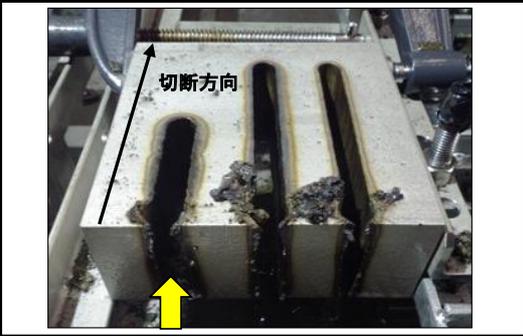
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
70	-	60	14	12	180-200	アーク失火頻発

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 44

試験条件

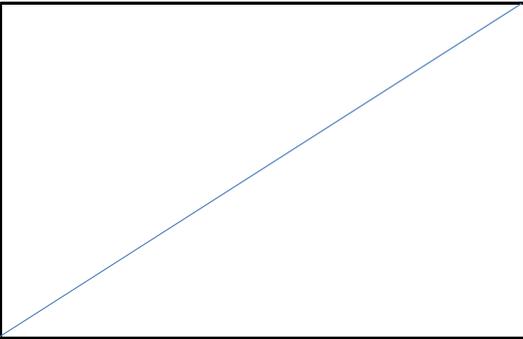
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	30	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	900	-	

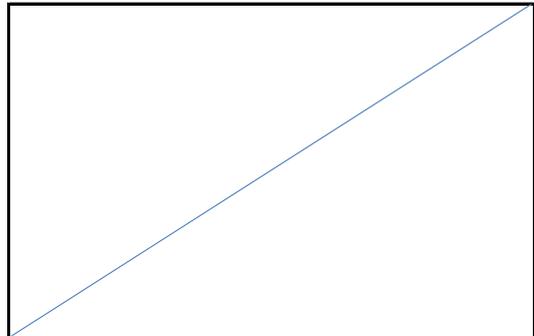
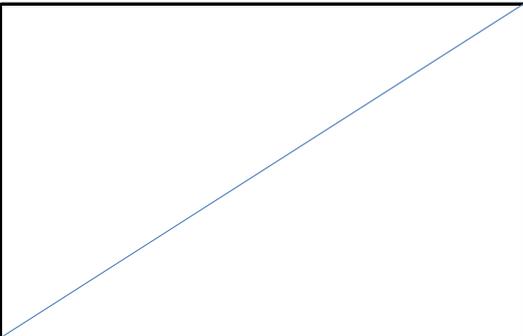
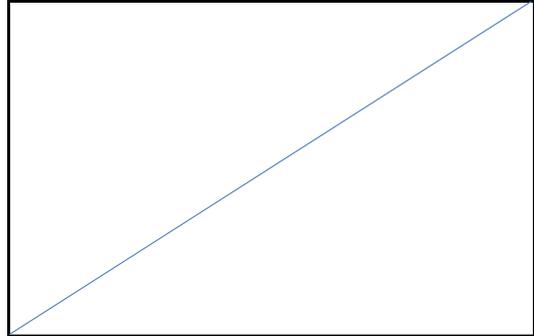
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	-	25	12	-	110-130	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 45

試験条件

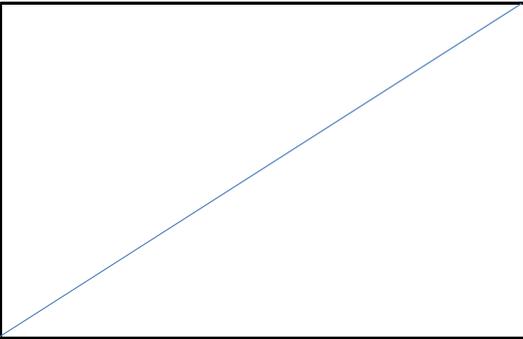
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	30	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	600	-	

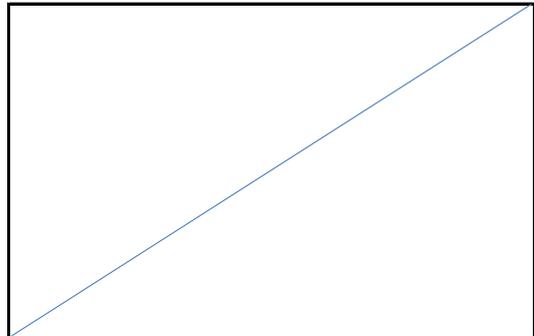
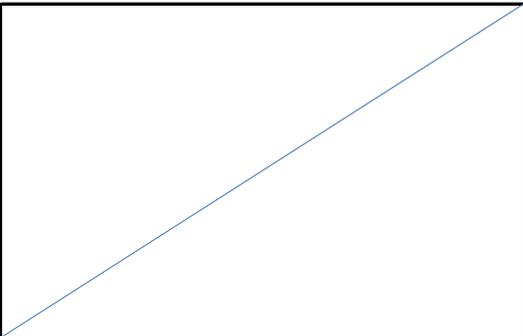
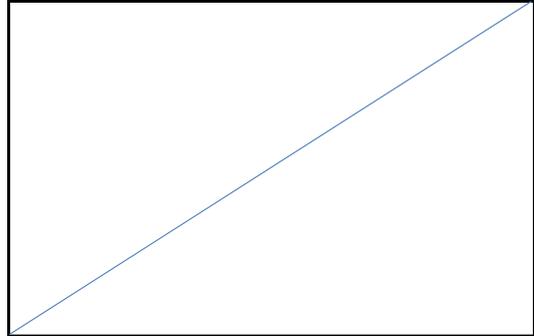
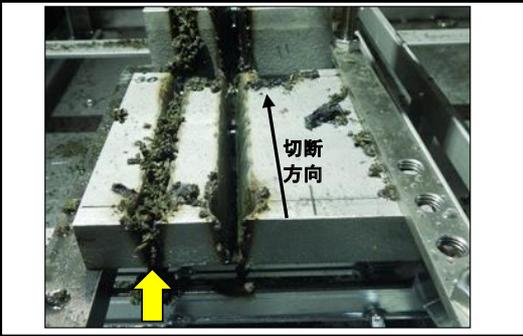
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	-	30	15	6	110	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 46

試験条件

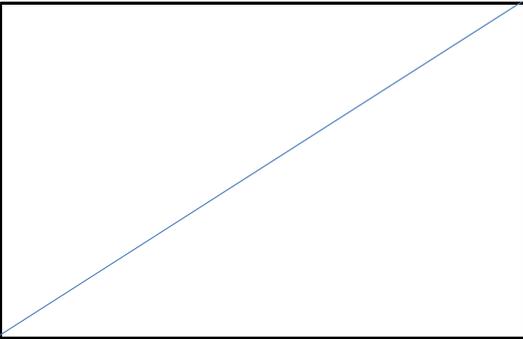
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	30	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	300	-	

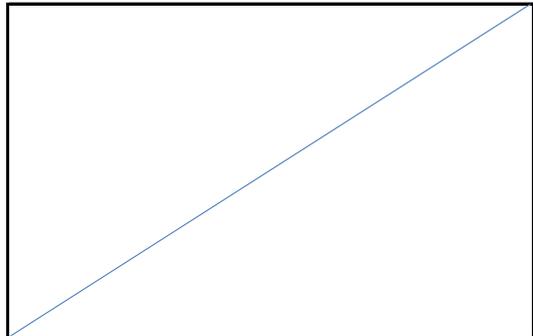
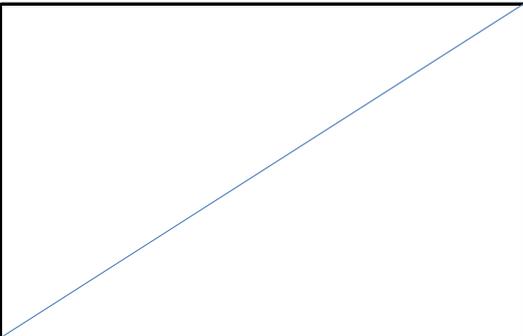
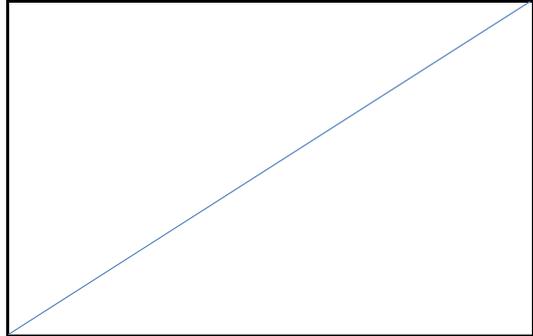
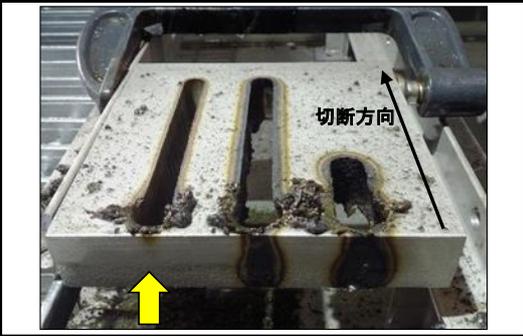
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
125	-	30	11	7	130-140	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 47

試験条件

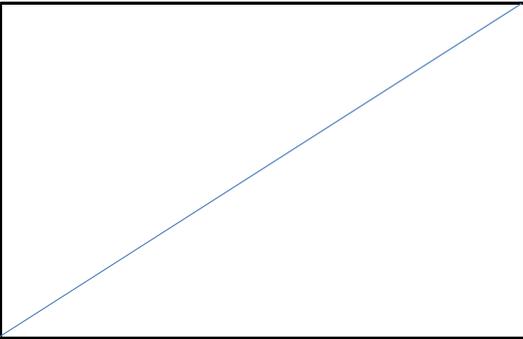
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	30	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	100	-	

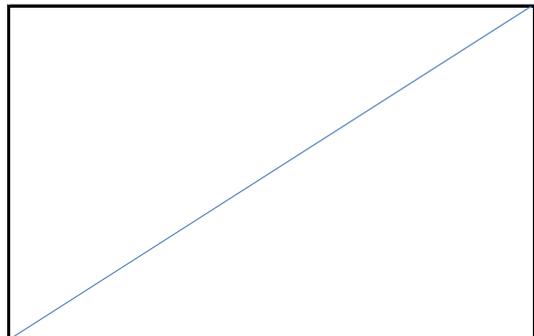
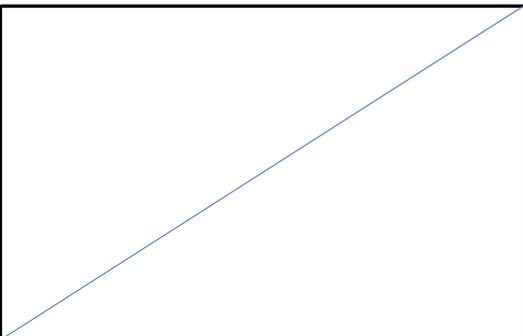
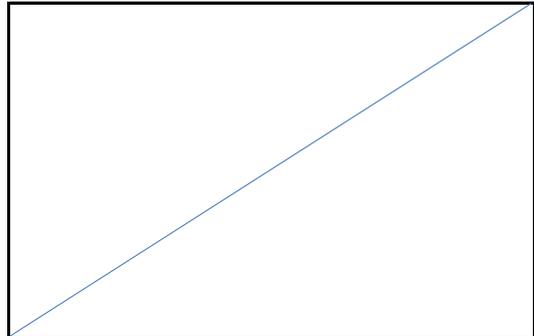
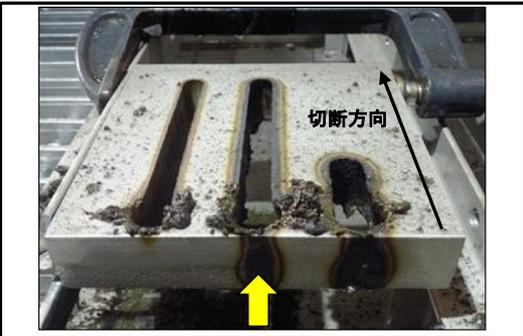
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
125	-	30	13	16	160-180	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 48

試験条件

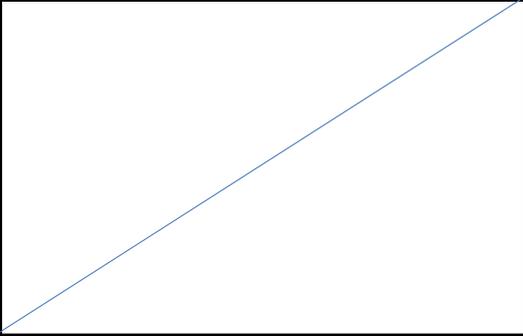
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H ₂ (L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	SUS304	30	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテグ動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	50	-	

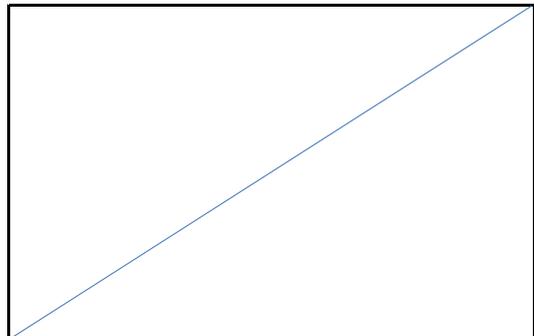
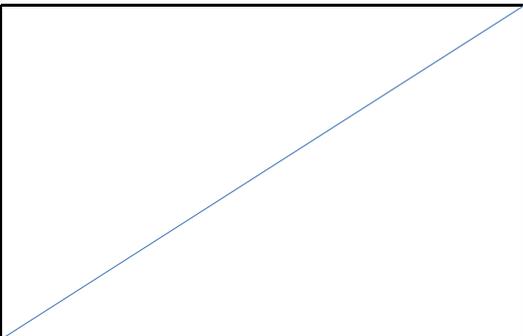
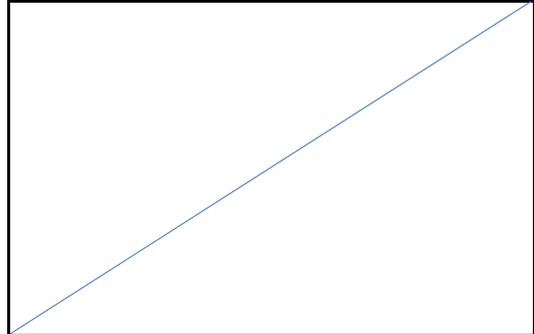
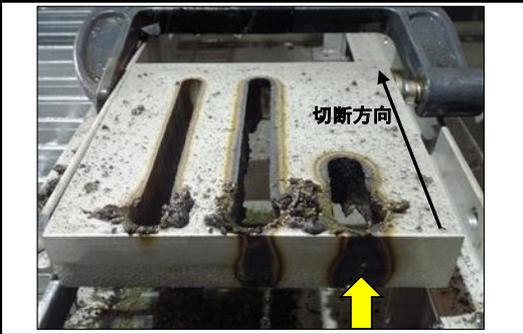
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
45	-	30	19	22	180-200	アーク失火頻発

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 49

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SQV2A	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	

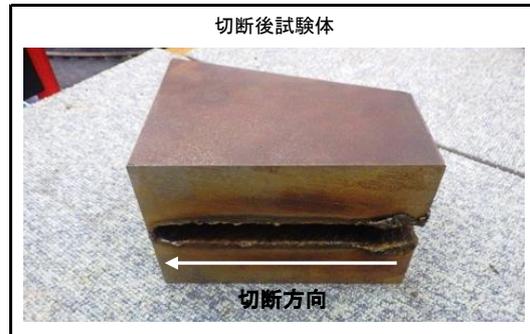
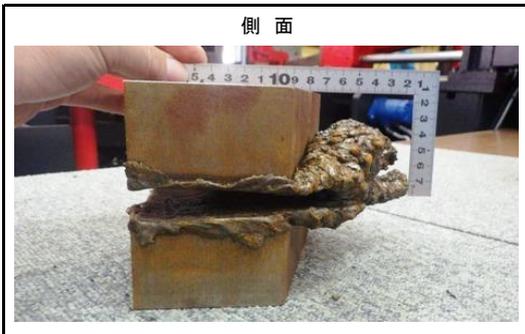
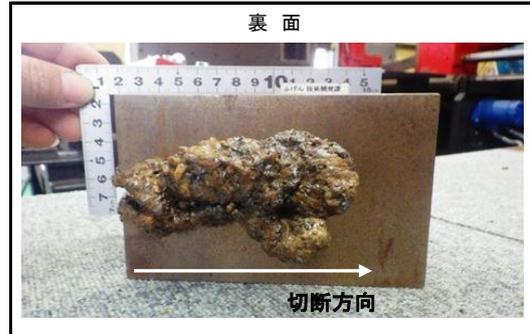
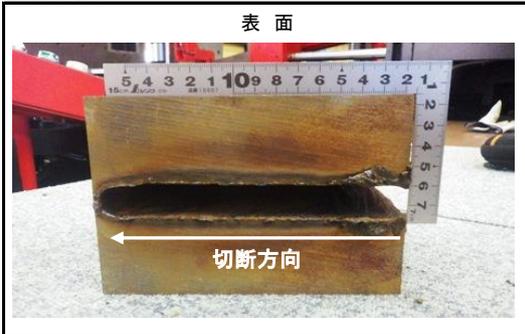
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
145	-	98	17	-	190-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 50

試験条件

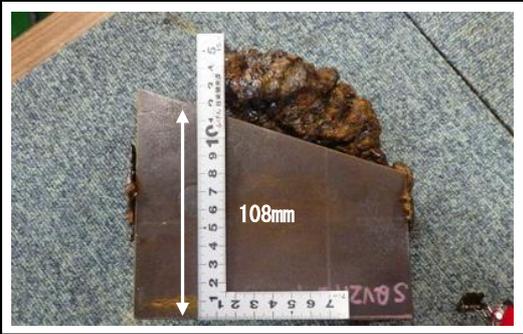
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	H2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SQV2A	70-120	600	4.5	20	水平上向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	70	ALL	

試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
130	-	108	16	-	190-200	

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 51

試験条件

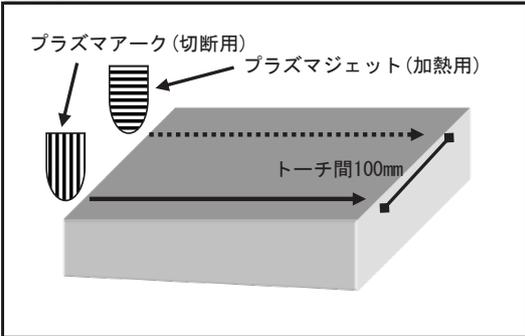
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-70	600	5.0	20	垂直下向	30	15	0.5	-	-	1.0m以上
			200	4.2	10		20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	180	ALL	プラズマアーク、プラズマジェットトーチ間隔100mm

試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	-	3	5	-	-	
150	-	45	6	5	-	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 52

試験条件

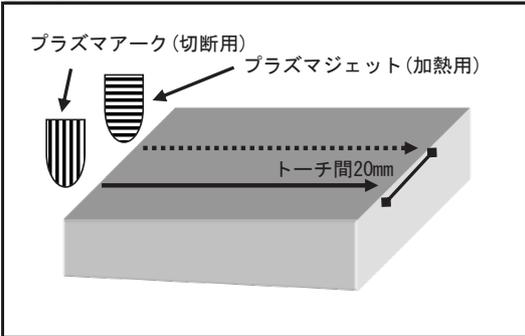
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-70	600	5.0	20	垂直下向	30	15	0.5	-	-	1.0m以上
			200	4.2	10		20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	180	ALL	プラズマアーク、プラズマジェットトーチ間隔20mm

試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	-	8	6	-	-	
150	-	54	6	5	-	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 53

試験条件

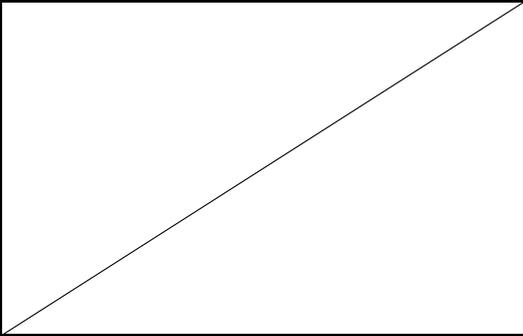
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-90	-	-	-	垂直下向	-	-	-	-	-	-
			200	4.2	10		20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	120	ALL	プラズマアーク (MAX200)単独切断

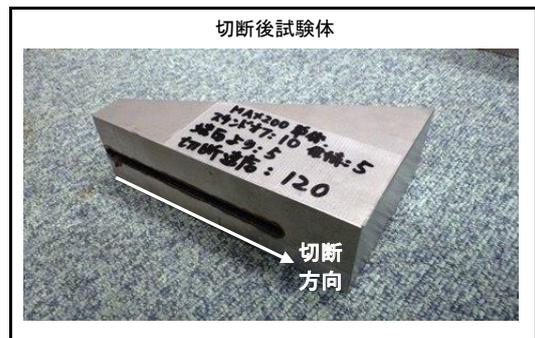
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
-	-	-	-	-	-	
120	-	55	6	7	-	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 54

試験条件

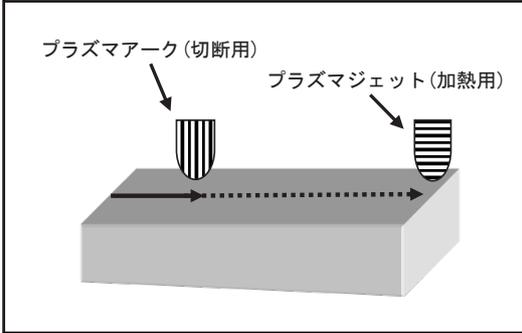
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-90	400	5.0	20	垂直下向	30	15	0.5	-	-	1.0m以上
			200	4.2	10		20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時 間	高速 (mm/min)	高速時 間	
5	-	-	-	-	120	ALL	

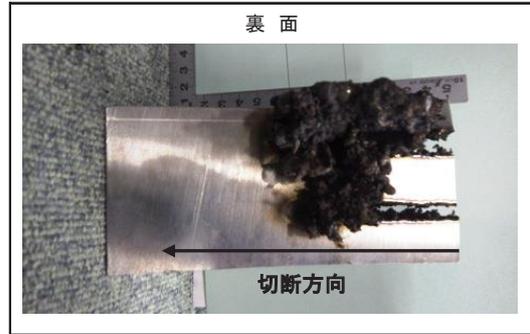
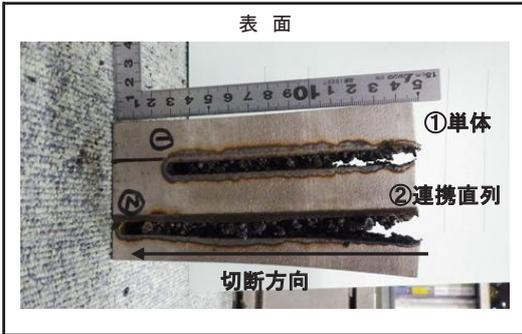
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
-	-	-	-	-	-	
150	-	55	7	8	-	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 55

試験条件

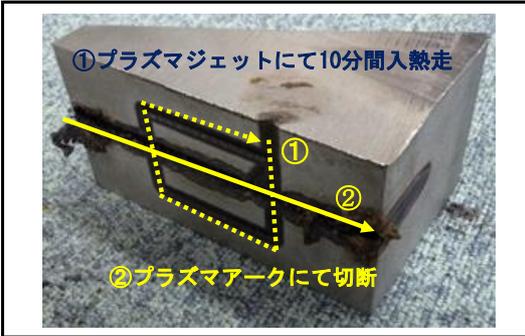
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-90	400	5.0	20	垂直下向	30	15	0.5	-	-	1.0m以上
			200	4.2	10		20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	120	ALL	プラズマジェットにて10分間入熱走行後、プラズマアークにて切断

試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
-	-	-	-	-	-	
150	-	55	7	8	-	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 56

試験条件

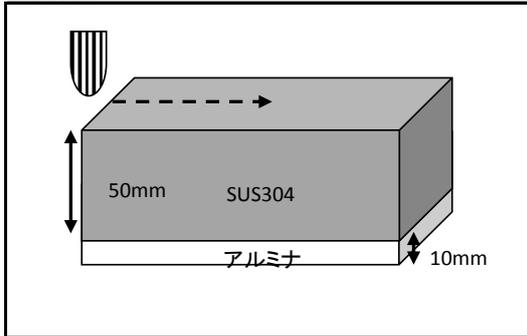
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	アルミナ	50,10	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	150	ALL	

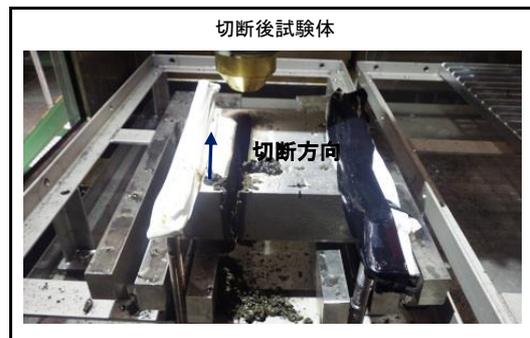
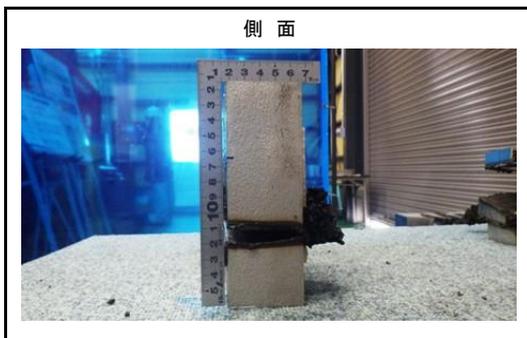
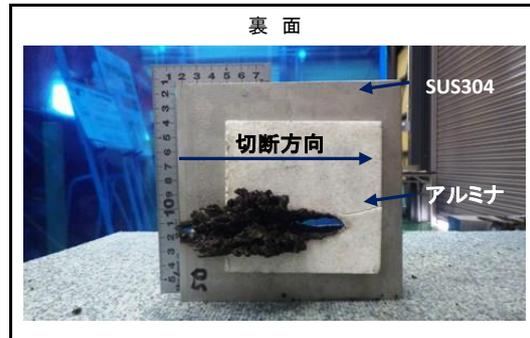
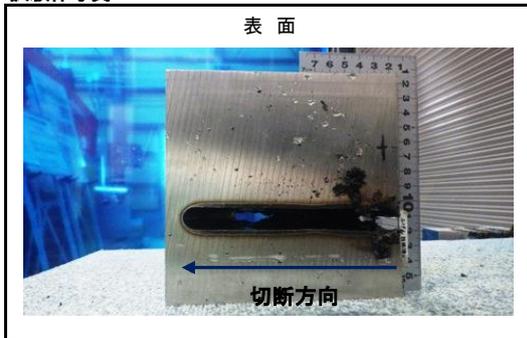
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
137	-	60	15	13	130-140	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 57

試験条件

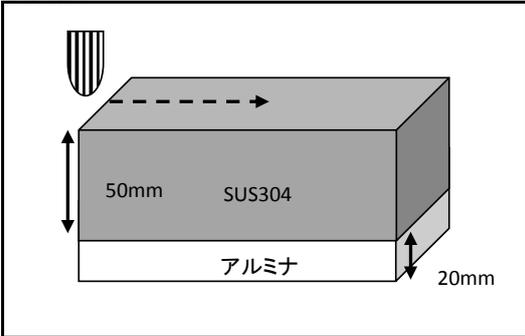
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	アルミナ	50,20	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	150	ALL	

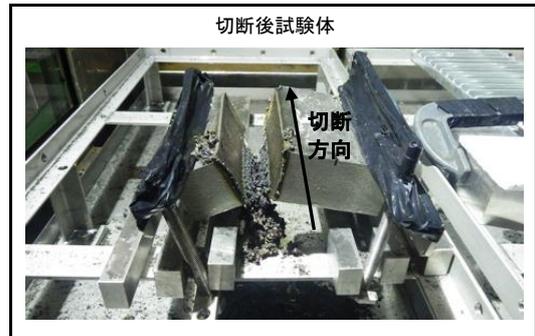
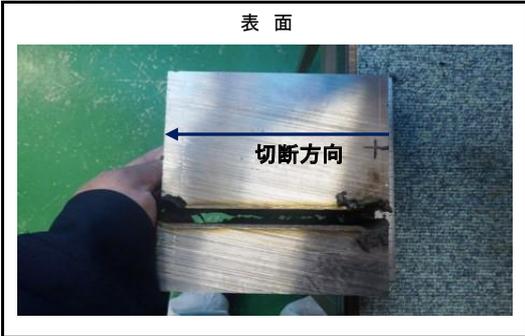
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
150	-	70	14	15	150-160	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 58

試験条件

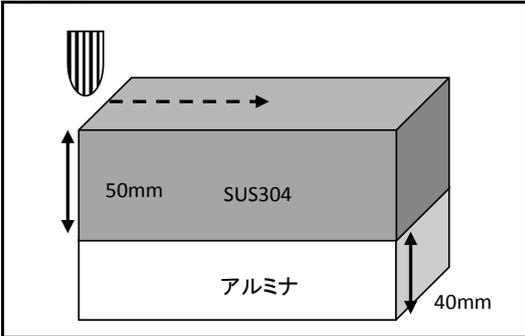
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
平板	アルミナ	50,40	600	4.5	15	垂直下向	60	30	0.5	40	0.5	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	150	ALL	

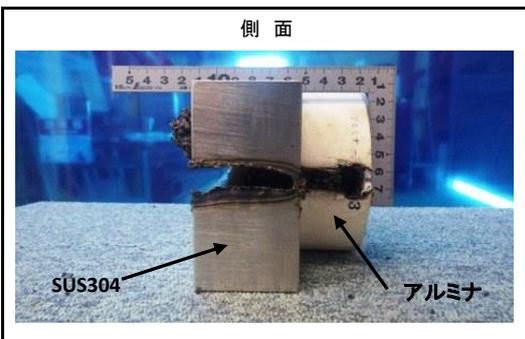
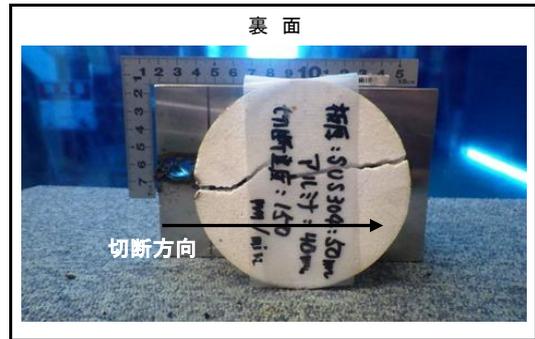
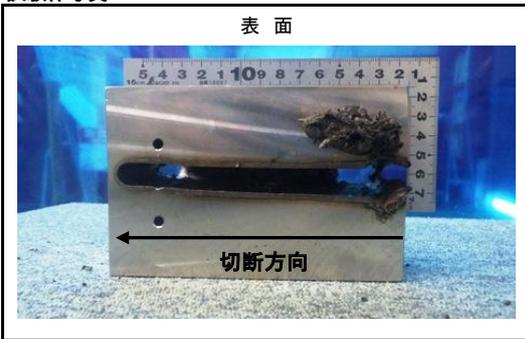
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
146		84	-	-	150-160	・アルミナは、6mmを残し切断不可であったが、ヒビが入っているのを確認。

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 59

試験条件

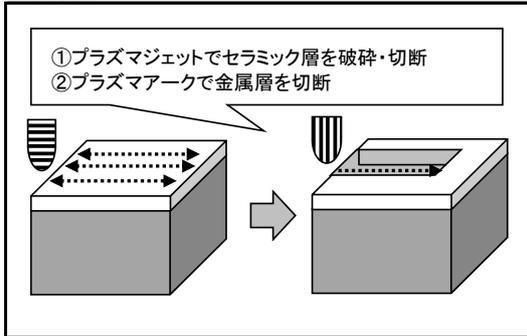
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	平板	10.35	400	5.0	20	垂直下向	30	15	0.5	-	-	1.0m以上
			200	4.2	10		20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテグ動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	120	ALL	

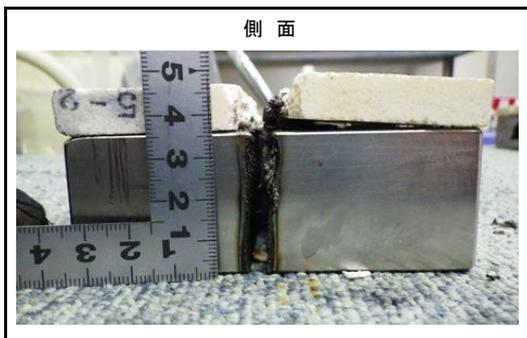
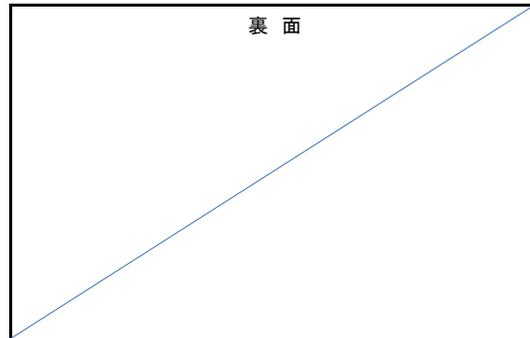
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
100	-	17	17	-	-	
150	-	45	6	-	-	

試験方法



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 60

試験条件

切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-70	200	4.2	10	垂直下向	20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	

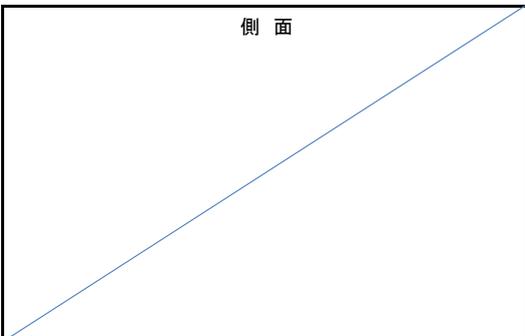
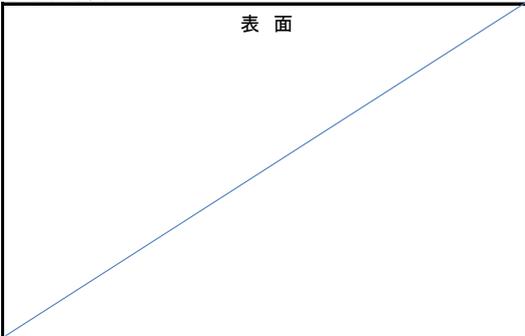
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
200	-	58	6-24	6-24	-	・切断遅れ70mm

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 61

試験条件

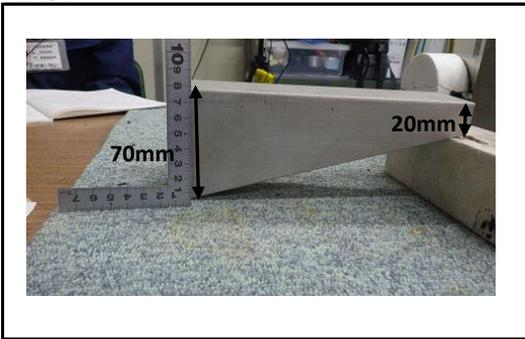
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-70	200	4.2	15	垂直下向	20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	60	ALL	

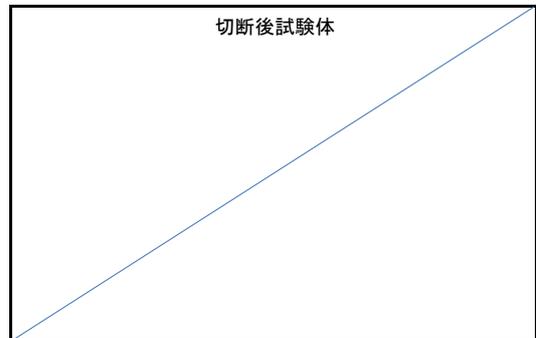
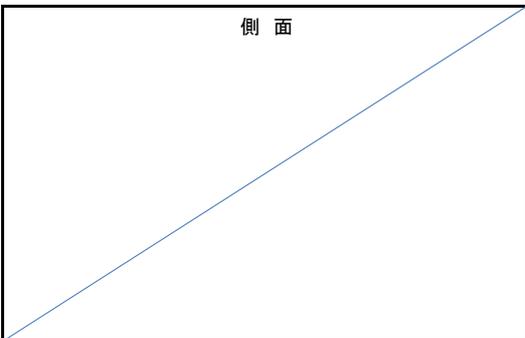
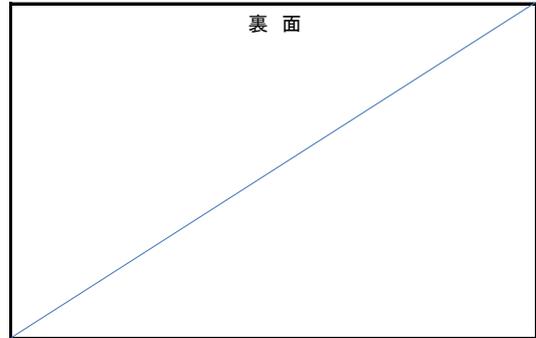
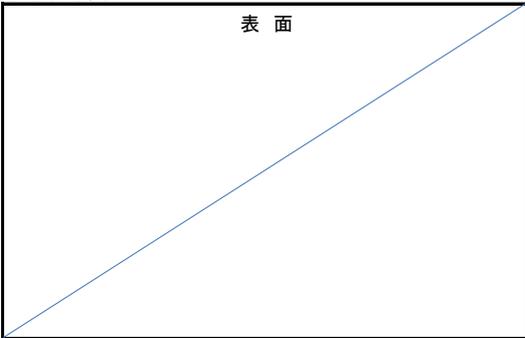
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
-	-	-	-	-	-	スタンドオフ15mm試験は、メインアークに移行せず失火が頻発するため、MAX200のスタンドオフは10mm。

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 62

試験条件

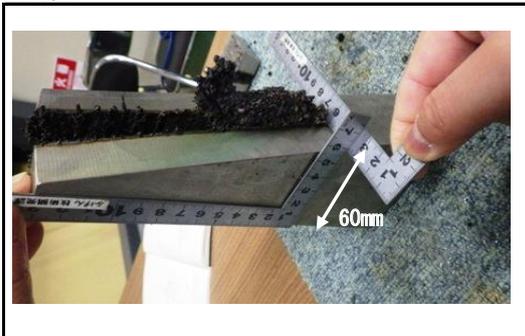
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-70	200	4.2	10	垂直下向	20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	80	ALL	

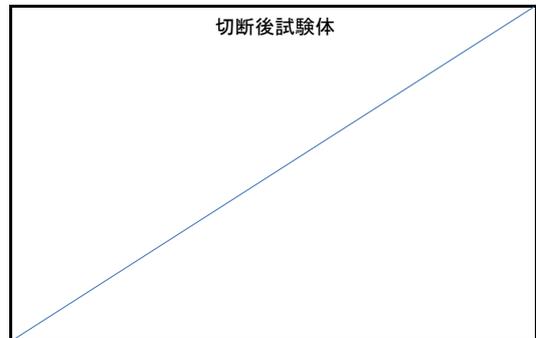
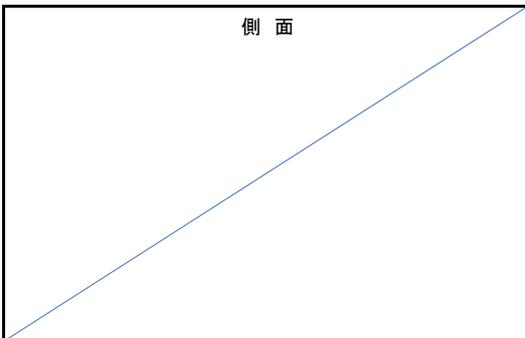
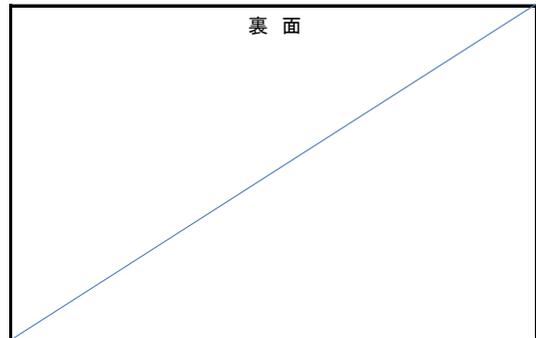
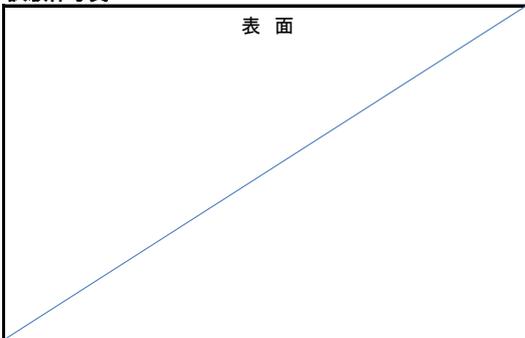
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
190	-	60	7-18	6-18	-	・切断遅れ60mm

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 63

試験条件

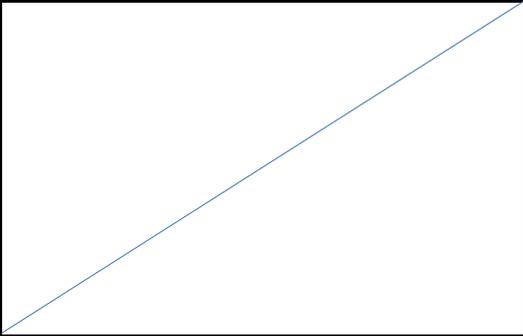
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-70	200	4.2	10	垂直下向	20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	120	ALL	

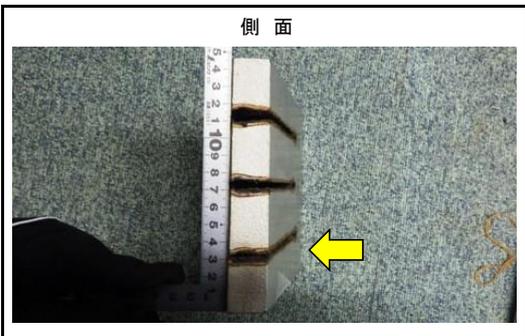
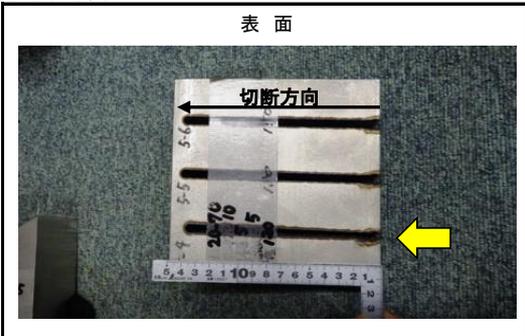
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
134	-	59	5	4	-	・切断遅れ20mm、カーフ幅細く、ドロス状態も良いため、MAX200の最適速度。

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 64

試験条件

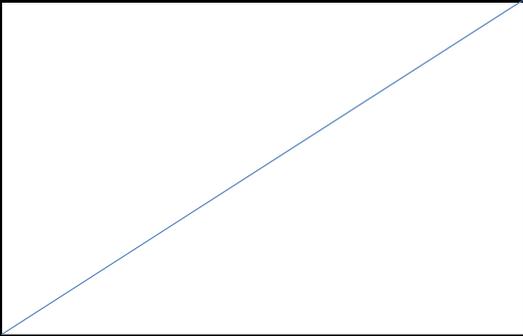
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-70	200	4.2	10	垂直下向	20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	150	ALL	

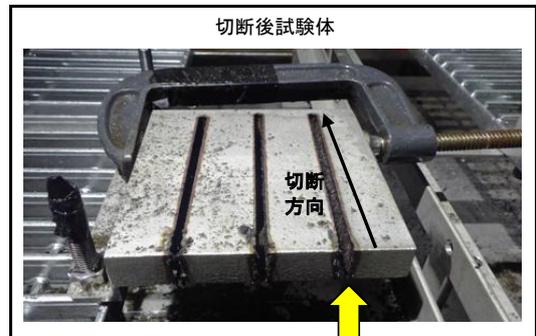
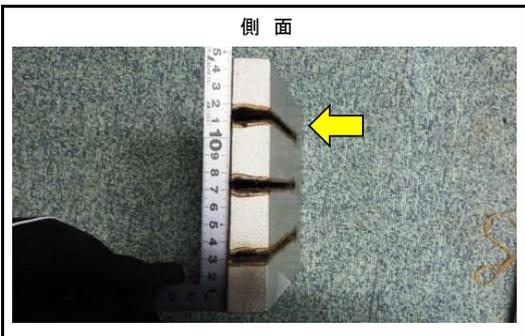
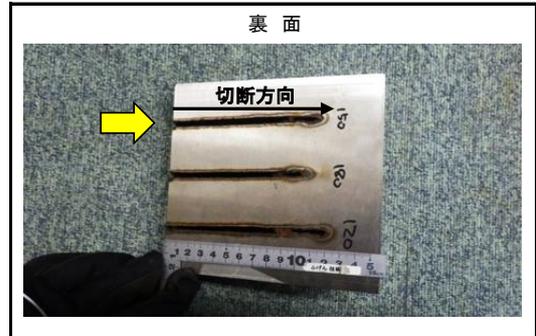
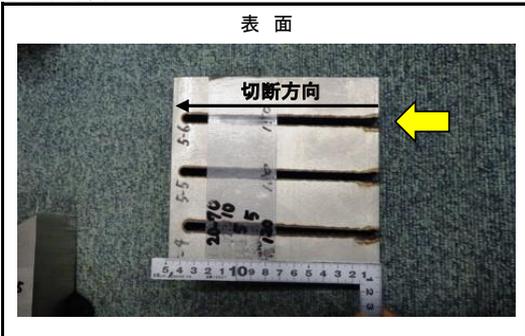
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
141	-	53	6	5	-	・切断遅れ33mm

切断板厚



試験体写真



プラズマアーク切断試験 試験条件・結果

No. 65

試験条件

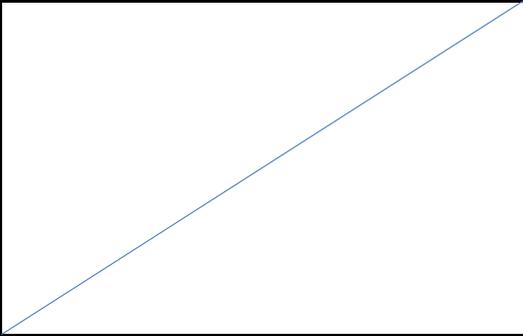
切断対象			出力電流 (A)	ノズル口径 (mm)	スタンドオフ (mm)	切断方向	プラズマガス			シールドガス		水深 (m)
形状	材質	板厚(mm)					Ar(L/min)	N2(L/min)	圧力(MPa)	Air(L/min)	圧力(MPa)	
矢型	SUS304	20-70	200	4.2	10	垂直下向	20	10	0.42	80	0.56	1.0m以上

保持時間 (s)	インテング動作		切断速度				備考
	回数(回)	時間(s)	低速 (mm/min)	低速時間 (s)	高速 (mm/min)	高速時間 (s)	
5	-	-	-	-	180	ALL	

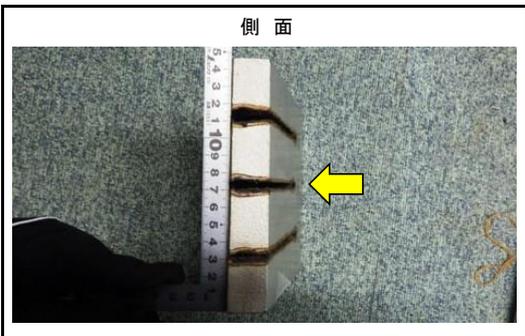
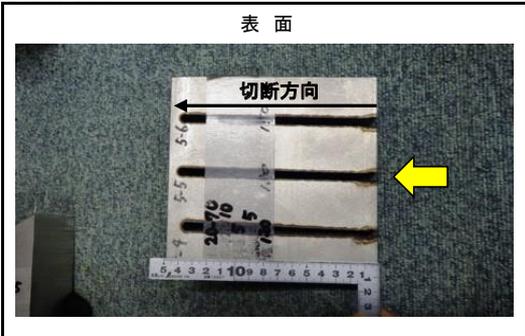
試験結果

切断長 (mm)	切断時間 (s)	切断板厚 (mm)	カーフ幅		アーク電圧 (V)	備考
			表側 (mm)	裏側 (mm)		
141	-	57	6	5	-	・切断遅れ33mm

切断板厚



試験体写真



国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質량	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(e)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m ² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光路長	ルーメン	lm	cd sr ^(e)	cd
放射線量	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性化	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	SI基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ = s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² = s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電荷密度	ジュール毎立方メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電表面電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ² s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ = m ² kg s ⁻³
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ = kg s ⁻³
	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ³ s ⁻¹ mol

表5. SI接頭語

乗数	名称	記号	乗数	名称	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60 s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10 800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648 000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 l=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm ² =(10 ¹² cm ²) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デシベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フォト	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(a)	Oe	1 Oe _e =(10 ³ /4π) A m ⁻¹

(a) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「△」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1 cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1 メートル系カラット=0.2 g=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
マイクロ	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

