

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
AWJ切断技術による適用性試験

Applicability Test of Abrasive Water Jet Cutting Technology
for Dismantling of the Core Internals of Fukushima Daiichi NPS

中村 保之 岩井 紘基 手塚 将志 佐野 一哉

Yasuyuki NAKAMURA, Hiroki IWAI, Masashi TEZUKA and Kazuya SANO

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

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

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 AWJ 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

中村 保之、岩井 紘基、手塚 将志、佐野 一哉

(2015 年 12 月 21 日 受理)

東京電力株式会社福島第一原子力発電所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及び燃料デブリの取出しに向けて、国内外の廃止措置に適用実績のあるアブレイシブウォータージェット（以下、「AWJ」という）切断技術について、2012 年度から 3 カ年で切断試験を実施し技術開発を進めてきており、燃料デブリ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 2013-041 アブレイシブウォータージェット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 カ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、実機適用を考慮した压力容器下部等に堆積した板厚等の不明な塊状の燃料デブリ等の取出し手法を考案し、切断試験により有効性を確認した。

AWJ 切断工法は、高圧水によりアブレイシブを対象物に噴射して切断する工法であり、高い切断能力を有する反面、切断対象物の背後にある構造物も同時に切断してしまう可能性があるため、燃料デブリと合わせてバウンダリーを構成する压力容器等も切断してしまうことが考えられる。このことから、切断の深さに応じてスタンドオフと噴射圧力を制御することで、バウンダリーを維持した状態で燃料デブリ等の対象物のみを切断できることを実証した。また、板厚等が不明な燃料デブリを取り出すために掘削型切断手法を考案し、切断試験により有効であることも実証した。本手法は、V 字に掘り進めることで、切断対象物の板厚に依存せずに切断が可能であり、使用する AWJ 切断装置も産業界で一般的に使用されている物が使用可能である。

以上のことから、AWJ 切断技術は、切断時に使用するアブレイシブが二次廃棄物として発生するものの、压力容器下部等に堆積した厚み等の不明な燃料デブリや炉内構造物の取出しが可能であることを切断試験により確認し、実機に適用できる見通しを得た。

Applicability Test of Abrasive Water Jet Cutting Technology for Dismantling of the Core
Internals of Fukushima Daiichi NPS

Yasuyuki NAKAMURA, Hiroki IWAI, Masashi TEZUKA 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 21, 2015)

It was reported that Fukushima Daiichi Nuclear Power Station 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 Abrasive Water Jet (AWJ) cutting method, which has features of the long work distance and little heat effect for a material, 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 AWJ cutting 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 abrasive water jet cutting technology (JAEA-Technology 2013-041)” and this report summarizes the results of FY 2012, 2013 and 2014. The cutting tests were carried out to acquire the fundamental data of AWJ in FY 2012. And we developed the removal method of the fuel debris with unknown thickness assumed to exist on the bottom of the reactor pressure vessel and confirmed the applicability of the method by the cutting tests in FY 2013 and 2014.

It is concerned that the structure behind the target is cut, because the cutting performance of AWJ is too high. Therefore, there is a possibility that the reactor pressure vessel as the boundary is cut at the same time with the fuel debris. It was confirmed that the fuel debris could be only cut with keeping the boundary by controlling the standoff and the water pressure depending on the cutting depth. Moreover, we developed a digging type cutting method which was useful for removing the fuel debris. This method can cut the target regardless of the thickness of the target. It was confirmed that the removal work of the fuel debris and the core internals by AWJ is applicable.

Keywords: Abrasive Water Jet Cutting, Fukushima Daiichi NPS, Dismantlement

目 次

1. はじめに	1
2. AWJ 切断工法による切断試験	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 試験方法	3
2.6 試験項目	4
2.7 試験条件	5
2.8 試験結果	5
2.9 考察	7
3. まとめ	9
参考文献	10
付録 切断試験データシート	29

Contents

1. Introduction	1
2. AWJ Cutting Test	2
2.1 Purpose	2
2.2 Test Period	2
2.3 Test Equipments	2
2.4 Specimen	3
2.5 Test Method	3
2.6 Test Contents	4
2.7 Test Conditions	5
2.8 Test Results	5
2.9 Consideration	7
3. Concluding Remarks	9
References	10
Appendix Data Sheet of Cutting Tests	29

図リスト

図 1 AWJ 切断試験装置 全体構成図	11
図 2 3 軸制御水中切断試験装置	11
図 3 切断ヘッド	12
図 4 切断水槽内部の試験体設置状況	12
図 5 燃料デブリ取出しで想定されるアクセスパターン	13
図 6 燃料デブリ取出しアクセスパターンを考慮した試験体系	13
図 7 吐出圧力による切断深さの様子	14
図 8 切断ヘッドに対する供給装置の水平、垂直距離が及ぼす切断影響	14
図 9 熱的切断後の AWJ 切断工法による再切断	15
図 10 熔融再凝固試験体に対する切断試験	15
図 11 セラミック試験体に対する切断試験	15
図 12 スタンドオフによる切断制御試験	16
図 13 バウンダリーを考慮した堆積物の切断試験	16
図 14 切断遅れ解消のための切断手法概念図	17
図 15 各切断手法に対する切断試験結果	18
図 16 板厚に影響を受けない切断手法 概念図	19
図 17 板厚に影響を受けない切断手法 試験体の状況	19

表リスト

表 1 各試験体の仕様	20
表 2 主な試験条件一覧	20
表 3 切断試験結果一覧	21

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おり、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切断工法について、気中及び水中にて切断試験を実施し技術開発を進めてきた^{1),2)}。このため「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カ年かけて種々の切断試験を通して、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な切断手法の構築に向けた技術開発を進めてきたところである^{3), 4), 5), 6)}。

このうち、本稿は、2012年の成果⁷⁾を基に実施した2013、2014年度のAWJ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。

AWJ切断工法による切断試験では、1Fの炉内構造物に主に使用されているステンレス鋼や圧力容器に使用されているクロムモリブデン鋼の他に燃料被覆管のジルコニウム合金と炉内構造物のステンレス鋼の溶融再凝固物や燃料デブリの物性を一部模擬したセラミックであるアルミナとジルコニアを用い、種々の切断条件におけるAWJ切断装置の切断能力を確認するとともに燃料デブリ等の取出し手法を構築した。

これらの成果から、板厚及び物性等の不明な燃料デブリ等の取出しにAWJ切断工法を適用できる見通しを得た。

2. AWJ 切断工法による切断試験

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溶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。このことから、熱影響が少なくスタンドオフを長く取れる AWJ 切断工法について、压力容器下部等に堆積した厚みや物性の不明な燃料デブリ等の取出しを考慮した切断手法を構築することを目的とする。

「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、AWJ 切断工法を用いた切断試験や技術開発を実施してきており、「ふげん」炉内構造物における最大板厚である 150mm ステンレス鋼材を 200MPa の吐出圧力により切断した実績を有する。また、「ふげん」炉内構造物である圧力管や制御棒案内管を管内から切断するために内径 $\phi 95\text{mm}$ の管内に挿入可能な小型ヘッドを開発し、圧力管及びカランドリア管やそれらの延長部の二重管構造物を管内から同時に切断した実績を有する。この他、AWJ 切断時においては、アブレイシブ(研削材もしくは研掃材のことをいう)として使用するガーネットの影響で濁水状態となりカメラ等を用いた目視による切断状況の監視が困難になると想定されるため、切断時に発生する振動や音響といった目視以外の手法による代替監視技術についても開発を行い、特許を取得(特許第 5187942 号)している。

2.2 試験期間

2014 年 2 月 10 日～2014 年 3 月 6 日(うち 17 日間)

2014 年 11 月 4 日～2014 年 12 月 5 日(うち 15 日間)

2.3 試験装置

AWJ 切断試験を行うにあたり、「ふげん」は AWJ 切断装置を所有していないため、一般競争にて三井住友建設株式会社と契約し試験を実施した。

切断試験装置の概要を以下に示す。

(1) AWJ 切断試験装置全体構成

試験装置は、AWJ 切断ヘッド、高圧ポンプ、アブレイシブ供給装置並びにヘッド駆動装置から成る AWJ 切断装置と水槽一式であり、装置の構成を図 1、2 に示す。試験装置を構成する主な機器設備等の概要を(2)～(6)に示す。

(2) 切断ヘッド

切断ヘッドは、高圧水及びアブレイシブを内部で混合して噴射するための機器である。高圧水はウォーターノズルのオリフィス部を通過した後、ヘッドの内部でアブレイシブと

混合される。混合された高圧水は先端のアブレイシブノズルより噴射される。使用した切断ヘッドを図 3 に示す。

(3) 高圧ポンプ

高圧ポンプは、切断ヘッドに高圧水を供給するためのポンプユニットである。本試験では、最高吐出圧力 **245MPa** のポンプから高圧水を切断ヘッドに供給する。

(4) アブレイシブ供給装置

アブレイシブ供給装置はアブレイシブを切断ヘッドに供給するための機器である。単位時間当たりの供給量を一定にする機能を持つ。なお、アブレイシブは、安価かつ硬度が高く切断能力が高いことからガーネットを選定し、メーカーが推奨する切断ヘッドの仕様より粒径範囲は **250 μ m**～**600 μ m** の物を使用した。

(5) ヘッド駆動装置

ヘッド駆動装置は、3 軸駆動機構を有し、駆動ヘッドマウントに切断ヘッドを固定し、切断水槽に設置された試験体に対して、予め設定した動作を任意の速度で駆動させる装置である。

(6) 切断水槽

切断水槽は、水中雰囲気で行う切断試験を行うこと及び使用されたアブレイシブを回収することを目的に設置するものであり、水槽内部に試験体設置用のステージ及び排水ラインを有する。

2.4 試験体

試験体は、1F の炉内構造物に主に使用されているステンレス鋼や圧力容器に使用されているクロムモリブデン鋼の他に燃料被覆管のジルコニウム合金と炉内構造物のステンレス鋼の溶融再凝固物や燃料デブリの物性を一部模擬したセラミックを使用した。また、板厚については、連続的に切断深さのデータを取得するために切断の進行に伴い板厚が増加する矢型試験体及び板厚一定の平板試験体を使用した。

切断試験で使用する試験体の主な仕様を表 1 に示す。また、試験体を設置した状態を図 4 に示す。

2.5 試験方法

試験は、切断水槽に試験体を設置した後に水を張り、ヘッド駆動装置により **AWJ** 切断ヘッドを任意の速度で駆動させ、試験体を切断した。切断後に排水して試験体を取り出し、切断可否の確認及び切断カーフ幅等の計測を行った。

2.6 試験項目

本切断試験では、以下の項目について試験を行った。

(1) 吐出圧力による切断能力確認試験

AWJ は、水圧のエネルギーにより加速させたアブレイシブを切断対象物に噴射して切断する工法であるため、理論的には水圧が高い程、切断能力が高い。しかしながら、圧力を上げるためには、高圧ポンプが大型化し、装置設置範囲が大きくなり現場には不向きであることから出来る限り低出力で切断できることが望ましい。また、供給ラインによる圧力損失等の影響で吐出圧力が低下することも考えられる。このことから、吐出圧力を低下させた場合における切断影響を確認した。

(2) アブレイシブ供給装置 設置位置影響確認試験

燃料デブリは、図 5 に示すとおり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ており、燃料デブリへのアクセスルートとしては圧力容器の上部及び側部からが考えられるため、アブレイシブ供給装置から切断ヘッドまでの距離及び位置関係が切断に及ぼす影響を確認した。試験体系を図 6 に示す。

(3) 切断部材の再切断確認試験

燃料デブリ取出しにあたり、切断対象物の性状に応じて複数の切断工法を用いることが考えられ、熱的切断工法により切断不可であった箇所に対する再切断が要求されることも考えられる。このため、熱的切断工法で切断不可であった箇所に対して AWJ 切断工法で再切断が可能であるか確認した。

(4) 切断対象物の材質による影響確認試験

現在、1F の炉内状況は確認できておらず、燃料デブリや炉内構造物の状況や物性等は不明な状況である。このため、現時点では幅広く切断データを取得しておく必要があるため、TMI-2 事故で取り出した燃料デブリの物性等を参考に試験体を製作し、切断対象物の材質が切断に及ぼす影響を確認した。

(5) スタンドオフ変更による切断制御方法の有効性確認試験

燃料デブリは、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ており、基本的には圧力容器等の損傷を受けた箇所を止水し、冠水した後に燃料デブリの取出しが予定されている。このため、燃料デブリ取出しの際は圧力容器等のバウンダリーを破壊しないよう注意する必要がある。

AWJ 切断工法は、高い切断能力を有する反面、切断対象物以外の構造物も同時に切断してしまう可能性があることから、本試験では圧力容器(クロムモリブデン鋼)をバウンダリーと仮定し、その上に堆積していると想定される炉内構造物(ステンレス鋼)、燃料被覆管(ジルコニウム合金)と炉内構造物(ステンレス鋼)の溶融再凝固物及び燃料デブリ(一部の物性を

模擬したセラミック)の積層構造体を試験体とし、スタンドオフ等の変更によりバウンダリーを破壊せずに堆積物のみを切断可能か確認した。

(6) 切断遅れを考慮した切断手法の有効性確認試験

AWJ 切断は切断の遅れが発生するため、圧力容器等に固着している燃料デブリ等を切り出す場合、切断遅れにより切り離すことができない状況が想定される。このため、切断試験により切断遅れを解消する切断手法を考案するとともに有効性を確認した。

(7) 切断板厚に影響を受けない切断手法の有効性確認試験

一般的には、切断対象物の板厚や性状に応じて切断装置を選定するが、1F の場合、燃料溶融に伴い、燃料被覆管や炉内構造物等が溶融再凝固し、これらは炉下部等に堆積していると想定され、板厚及び物性等の性状は不明である。このため、切断対象物の板厚等に影響を受けない切断手法を考案し、有効性を確認した。

2.7 試験条件

切断試験条件一覧を表 2 に示す。

2.8 試験結果

各試験項目に対する試験結果を以下に示す。試験結果一覧を表 3 に示す。なお、各試験の詳細な切断条件及び写真等は付録のデータシート参照のこと。

(1) 吐出圧力による切断能力確認試験

- 圧力 200MPa 以下の領域は、圧力の低下に伴い切断能力(切断深さ)も低下するが、圧力 200MPa と 230MPa では切断能力に顕著な差はないことを確認した。
- 切断後の試験体の状況を図 7 に示す。

(2) アブレイシブ供給装置 設置位置影響確認試験

- 切断ヘッドと供給装置の水平距離が約 20m の場合は、切断能力が約 10%低下したが、供給装置の位置を約 10m 高く上げることにより切断能力が維持されることを確認した。
- 切断後の試験体の状況を図 8 に示す。

(3) 切断部材の再切断確認試験

- 熱的切断工法を用いて切断ができなかった(貫通できなかった)試験体についても AWJ 切断工法を用いることで同切断位置から切断できることを確認した。
- 切断後の試験体の状況を図 9 に示す。

(4) 切断対象物の材質による影響確認試験

- ステンレス鋼に対する切断深さは約 220mm であり、この切断深さを基準と考えた場合、各試験体に対する切断深さは、±約 10%以内であった。
- 溶融再凝固試験体については、表 1 に示すとおり、ジルコニウム合金の混合割合が増加するに従い、硬度は約 200HV から約 500HV に上昇する傾向にあるが、図 10 に示すとおり切断への影響は小さかった。また、ステンレス鋼等と比較し、切断ラインが曲がる傾向があることを確認した。なお、最大切断深さは約 200mm であり、ステンレス鋼と比較すると約 10%減少した。
- クロムモリブデン鋼に対する切断深さは約 240mm であることを確認した。なお、ステンレス鋼と比較すると、切断深さは約 10%増加した。
- 図 11 に示すとおり、セラミックであるジルコニアに対する切断深さは約 250mm であり、ステンレス鋼と比較すると約 10%増加した。一方、アルミナに対する切断深さは約 180mm であり、ステンレス鋼と比較すると約 20%減少した。

(5) スタンドオフ変更による切断制御方法の有効性確認試験

- スタンドオフの距離が長くなることに伴い切断能力が低下し、スタンドオフを 200mm 以上にすることでアブレイシブのエネルギーが減衰し、切断不可(切断深さ約 6mm)となることを確認した。切断後の試験体の状況を図 12 に示す。
- スタンドオフ、若しくは吐出圧力を変更することで、バウンダリーと仮定する圧力容器を貫通せずに、堆積する炉内構造物や燃料デブリ等のみを切断できることを確認した。切断後の試験体の状況を図 13 に示す。

(6) 切断遅れを考慮した切断手法の有効性確認試験

- 「切断手法①：切断ヘッドを切断遅れ角度分(約 15°)傾けて切断する手法」は、通常切断の切断遅れが約 20mm であったのに対し、約 15mm となり、切断遅れを解消可能であることを確認した。しかし、今回の試験では、試験体の表側よりも裏側の方が、切断長が長くなり、過剰切断となった。
- 「切断手法②：切断ヘッドをラップさせながら切断する半ラップ切断手法」は、通常切断の切断遅れが約 20mm であったのに対し、約 5mm となり、切断遅れを解消可能であることを確認した。
- 切断遅れを考慮した切断手法の概念図及び切断後の試験体の状況を図 14、15 に示す。

(7) 対象物の板厚に影響を受けない切断手法の有効性確認試験

- 試験体に対し、斜めに(V字型)切込みを入れて段階的に切断することで、対象物を選択的に切り出すことが可能であり、かつ 2 段、3 段と切り進めることで板厚に影響を受けず切断できることを確認した。
- 切断手法の概念図及び切断後の試験体の状況を図 16、17 に示す。

2.9 考察

(1) 吐出圧力による切断能力確認試験

- 圧力 200MPa と 230MPa で切断能力に顕著な差がなかった原因は、今回使用した切断ヘッドでは、圧力 200MPa 以上において流速が飽和状態となり、アブレイシブのエネルギーが上昇しなかったことが一因として考えられる。
- 実機に AWJ 切断工法を適用する場合は、高圧ポンプから切断ヘッドまでの距離が長くなり高圧ホース等において圧力損失が発生すると想定される。仮に 10%程度の圧力低下が起こると仮定しても、高圧ポンプの出口圧力を 230MPa とすることで切断への影響は少ないと考えられる。

(2) アブレイシブ供給装置 設置位置影響確認試験

- 試験で使用している AWJ 切断装置は、一般産業界で広く用いられているインジェクションジェット方式であり、この方式は切断ヘッド部におけるサイフォン効果により切断ヘッドにアブレイシブを供給する仕組みである。このため、切断ヘッドとアブレイシブ供給装置の間の距離が長くなると供給ラインにおける摩擦等の抵抗によりアブレイシブの供給が不安定となり、切断能力が低下したと考えられる。アブレイシブ供給装置を切断ヘッドよりも 10m 高い位置に設置してヘッド圧を高くすることで、アブレイシブの供給が安定し、切断能力の低下を防ぐことができたと考えられる。
- インジェクションジェット方式の AWJ 切断装置についても、供給装置の設置位置を調整することで適用可能である見通しを得た。

(3) 切断部材の再切断確認試験

- 主な熱的切断工法は、切断対象物を熱エネルギーで溶融し、ガス等の運動エネルギーにより溶融したドロスを除去することで切断する工法であり、切断溝からドロスを除去できずに切断不可となるケースが多い。このため、同じ熱的切断工法で再切断を行ってもドロスが再度溶融するだけで切断溝から除去することは困難である。
- AWJ 切断工法は、アブレイシブを切断対象物に噴射する運動エネルギーにより切断するため、切断溝に詰まったドロスについても除去することが可能であり、熱的切断工法で切断不可であった切断対象物についても再切断ができる見通しを得た。

(4) 切断対象物の材質による影響確認試験

- 今回の試験では、切断対象物のビッカース硬さを一つの指標として切断能力への影響を確認したが、ビッカース硬さと切断能力は 1 対 1 の相関がなく、他の物性と合わせて複合的に考える必要がある。
- 炉内構造物に使用されているステンレス鋼、圧力容器に使用されているクロムモリブデン鋼、TMI-2 事故における知見から推定される燃料デブリのビッカース硬さを模擬したジルコニアに対する切断深さは、ステンレス鋼を基準とすると±約 10%以内とな

ることから、実機適用時は±約 10%の裕度を持って切断条件を決定する必要がある。

- 溶融再凝固試験体の切断ラインが曲がる傾向を示したことについては、再凝固の過程において試験体内部の密度や物性が一様ではなく、切断が容易な方向に切断ラインが進んだと推察される。
- アルミナは、同じセラミックであるジルコニアと同様にステンレス鋼よりもビッカース硬さが約 7 倍以上高いが、ジルコニアは切断が比較的容易なのに対し、アルミナは切断が困難である。実機適用時に燃料デブリ等の切断が想定よりも困難な場合は、後述する「対象物の板厚に影響を受けない切断手法」を適用することで解決可能と考えられる。

(5) スタンドオフ変更による切断制御方法の有効性確認試験

- スタンドオフを離すことでアブレイシブの運動エネルギーが減衰することから、本試験条件においてバウンダリー上に堆積する構造物のみを切断するためには、スタンドオフを 200mm 以上に設定すればよいことを確認した。
- スタンドオフ、若しくは吐出圧力を制御することでバウンダリーを維持した状態で燃料デブリ等の取出しが可能である見通しを得た。

(6) 切断遅れを考慮した切断手法の有効性確認試験

- 「切断手法①：切断ヘッドを切断遅れ角度分(約 15°)傾けて切断する手法」と「切断手法②：切断ヘッドをラップさせながら切断する半ラップ切断手法」の両手法により切断遅れを解消可能であるが、切断状況に応じて使い分ける必要がある。
- 切断手法①は、切断ヘッドを傾けるのみであり簡易に対応できるが、傾斜角によっては切断対象物を過剰に切断するおそれがあるため、切断対象物の板厚が判明している場合に適用するのが望ましい。
- 切断手法②は、切断ヘッドの位置決め動作に時間がかかるが、切断対象物の板厚等には影響を受けないため、1F のような炉内状況が不明な場合は、こちらを適用する方が望ましい。

(7) 対象物の板厚に影響を受けない切断手法の有効性確認試験

- 本切断手法を適用することで、燃料デブリ等の堆積物の板厚等が不明な状態であっても、これら堆積物の取出しが可能である見通しを得た。
- 段階的に掘り進めるにあたり切断ヘッドを切断溝内に挿入して次の切断を行う必要があるが、切断溝の幅は、切断角により調整可能であるため、切断ヘッドのサイズを柔軟に選定することも可能である。

3. まとめ

1F の炉内状況は、現時点で確認されておらず、燃料デブリの性状や厚みは明確になっていないが、TMI-2 事故における知見や燃料溶融に伴い推測される炉内状況等に鑑み、AWJ 切断工法による燃料デブリ取出し手法を考案するとともに切断試験により有効性を確認した。

①冠水した後に燃料デブリ取出し作業を行う際に、バウンダリーを形成する圧力容器等を貫通することなく、堆積した燃料デブリのみを切断し取出し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不明であるが、これらの状況に影響されない燃料デブリ取出し手法を考案し、切断試験により適用可能なことを確認した。

今回の切断試験を通じて、AWJ 切断工法を用いた燃料デブリ取出し手法により汎用の AWJ 切断装置を用いることで性状や厚みが不明な燃料デブリの取出しを可能とする知見を得ることができた。今後、これらの知見を応用・発展させることにより、1F の燃料デブリ等の取出しのみならず、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) Yasuyuki Nakamura et al, “Applicability Examination and Evaluation of Reactor Dismantlement Technology in the Fugen -Examination of Double Tubes Cutting by Abrasive Water Jet-”, Proceeding of 14th International Conference of Nuclear Engineering, ICONE14-89380, 2006.
- 2) Yasuyuki Nakamura et al, “The Study on Abrasive Water Jet for Predicting the Cutting Performance and Monitoring the Cutting Situation in the Water”, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 2011, vol. 133. No.6, 064501.
- 3) 中村保之他、“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 (2)アブレイシブウォータージェット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, P02.
- 4) 中村保之他、“福島 1F 炉内構造物解体を想定した切断技術適用性試験 (2)アブレイシブウォータージェット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, D02.
- 5) 中村保之他、“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) (2)アブレイシブウォータージェット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, G25.
- 6) 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.
- 7) 岩井紘基、中村保之、手塚将志、佐野一哉：“アブレイシブウォータージェット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 2013-041, 2014, 57p.

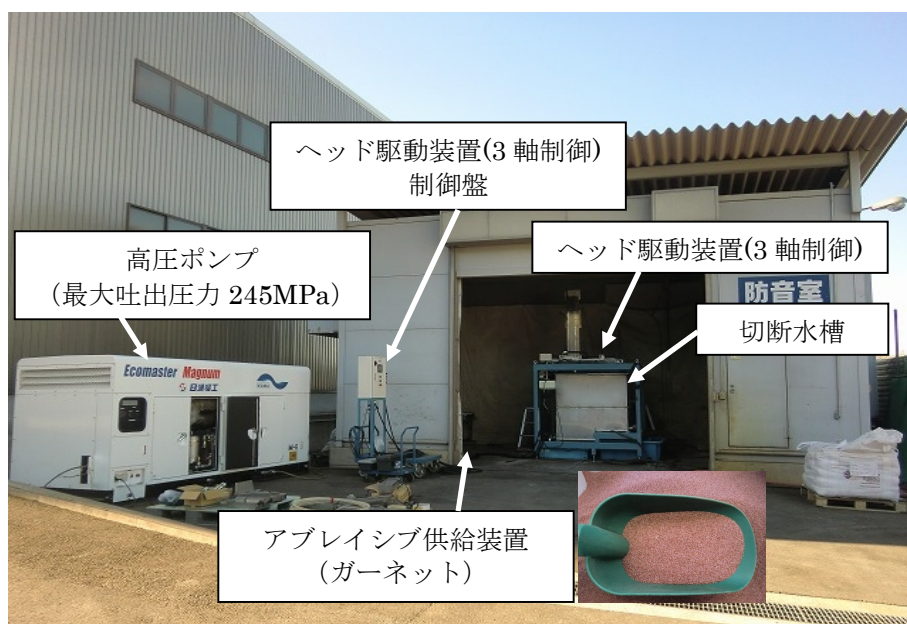


図 1 AWJ 切断試験装置 全体構成図

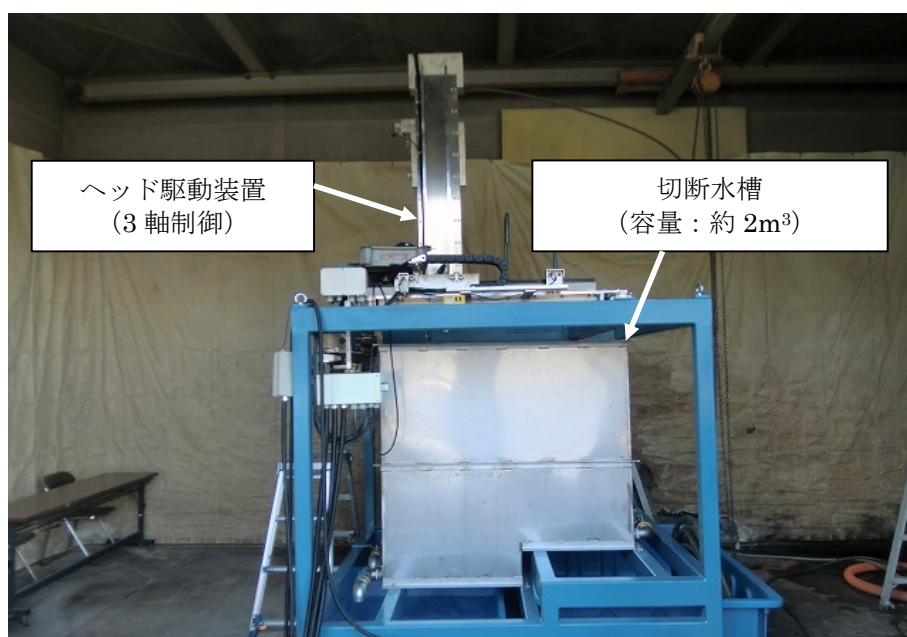


図 2 3 軸制御水中切断試験装置

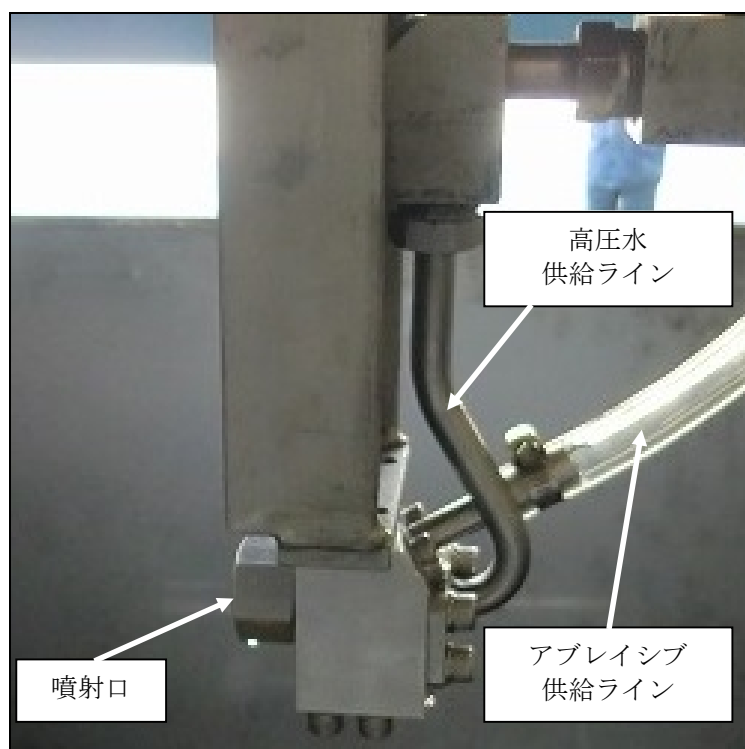


図 3 切断ヘッド

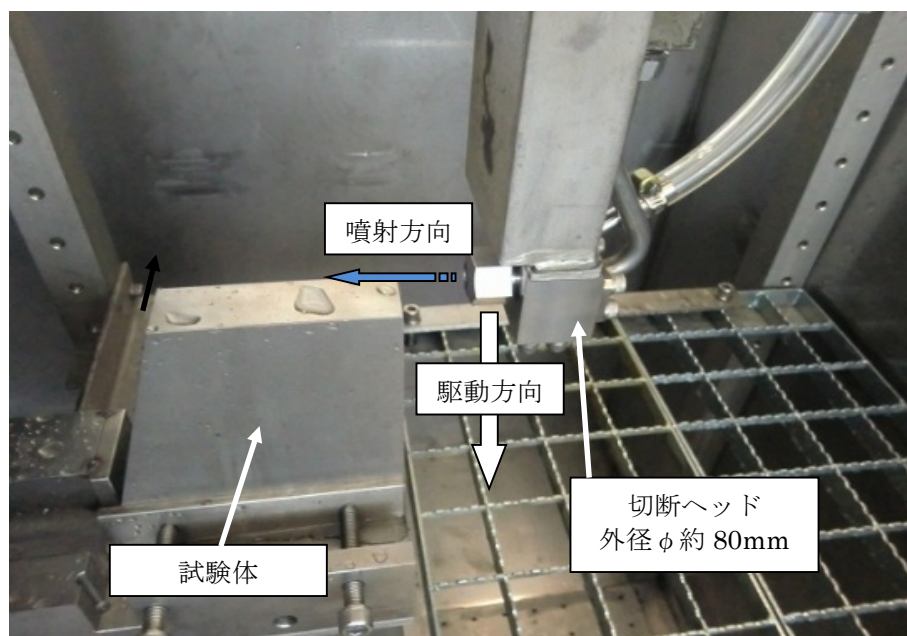


図 4 切断水槽内部の試験体設置状況

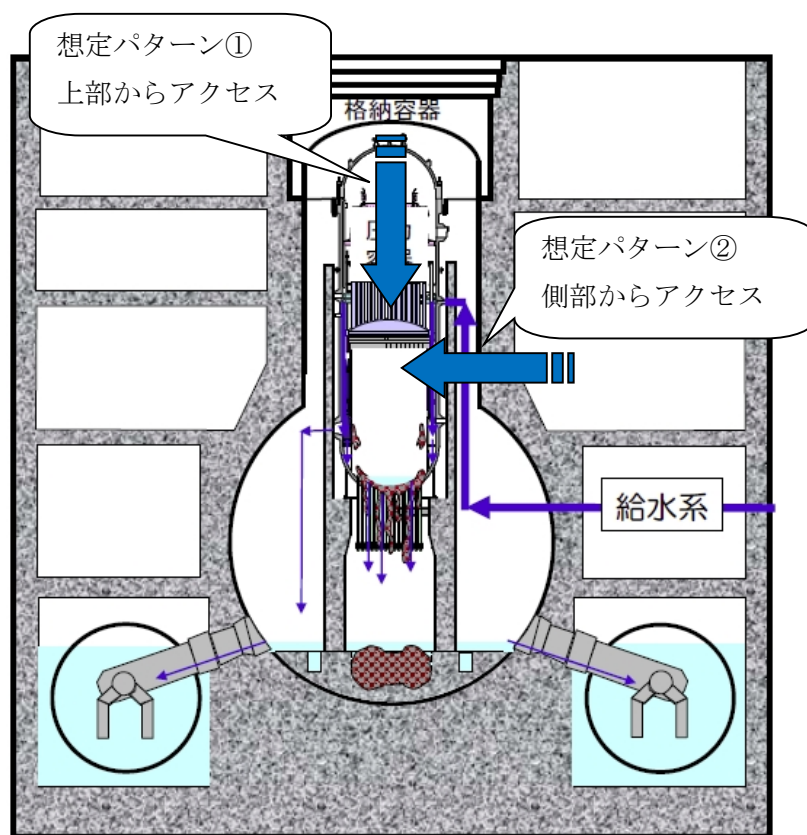


図 5 燃料デブリ取出しで想定されるアクセスパターン

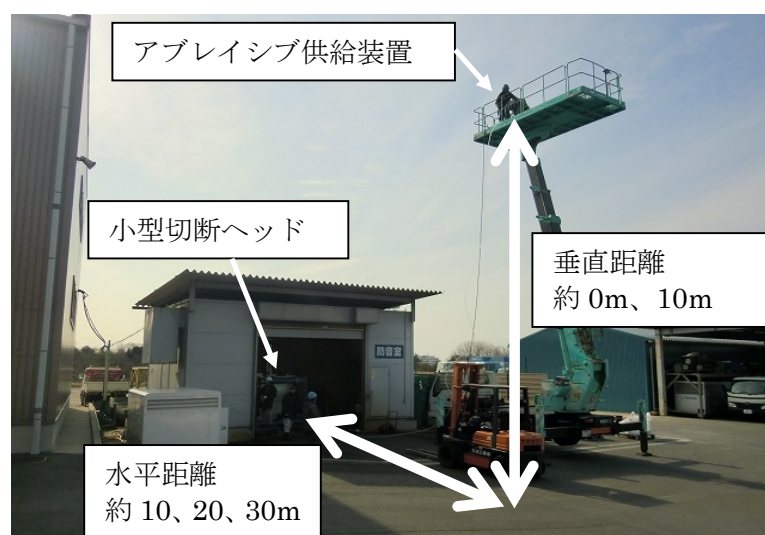


図 6 燃料デブリ取出しアクセスパターンを考慮した試験体系

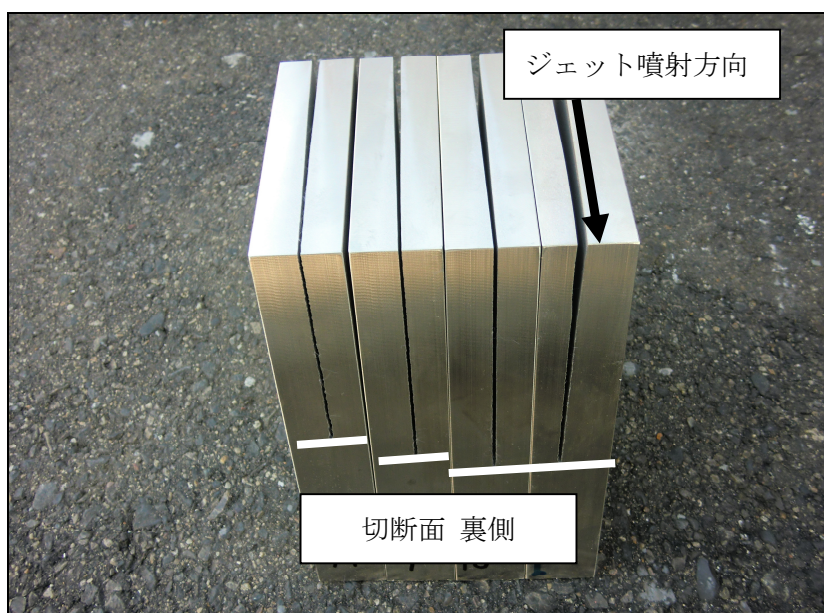
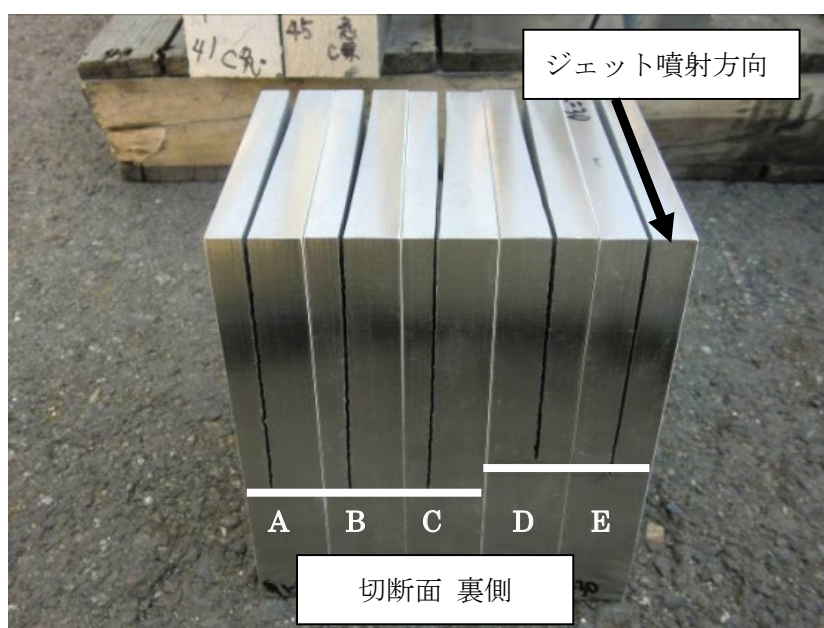


図 7 吐出圧力による切断深さの様子（左から圧力 120、160、200、230MPa）



	A	B	C	D	E
水平距離(m)	10	10	20	20	20
垂直距離(m)	0	10	10	0	0

図 8 切断ヘッドに対する供給装置の水平、垂直距離が及ぼす切断影響



図 9 熱的切断後の AWJ 切断工法による再切断

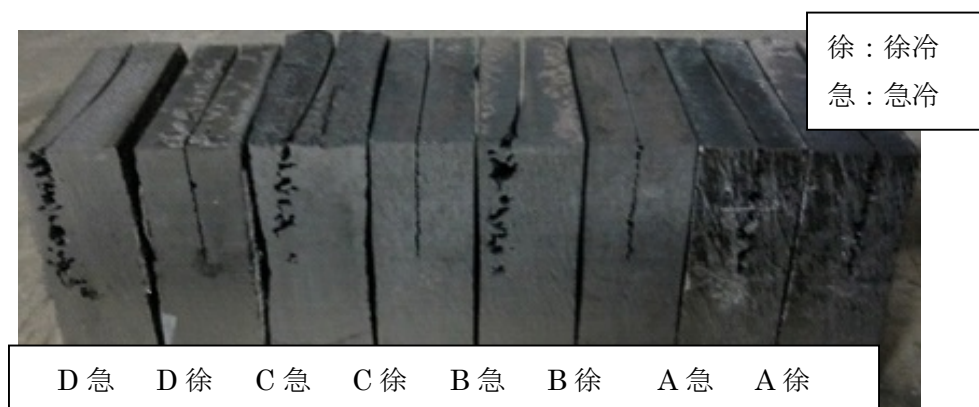
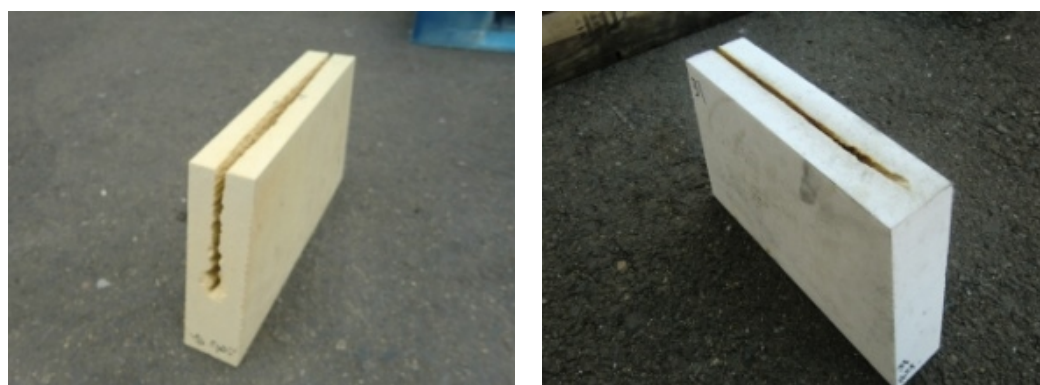


図 10 溶融再凝固試験体に対する切断試験



板厚 250mm 切断
ジルコニア

板厚 190mm 貫通不可
アルミナ

図 11 セラミック試験体に対する切断試験

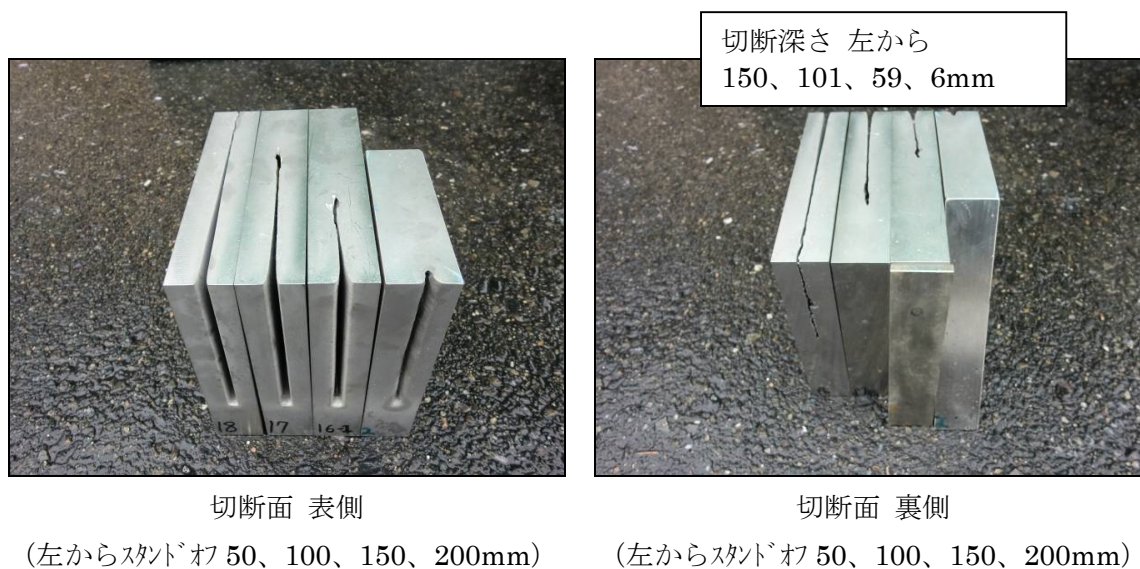


図 12 スタンドオフによる切断制御試験

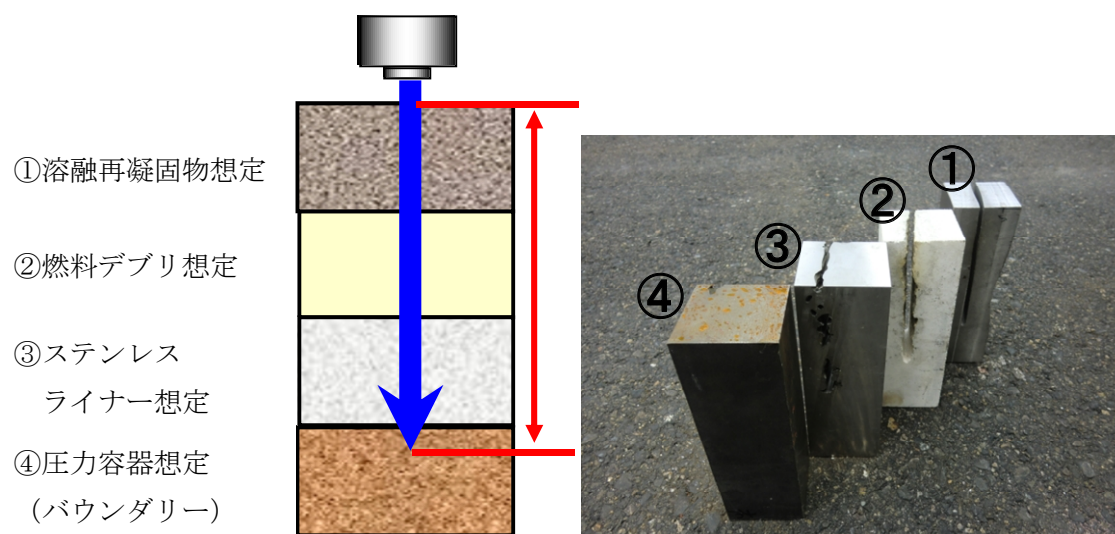


図 13 バウンダリーを考慮した堆積物の切断試験

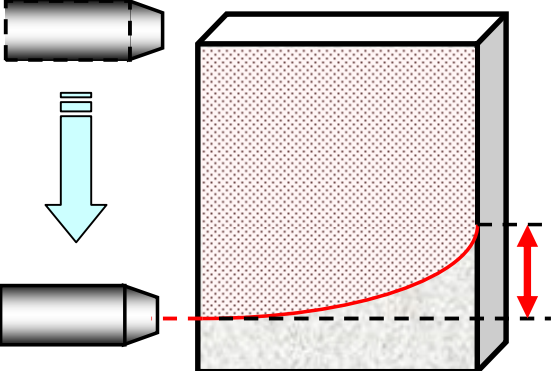
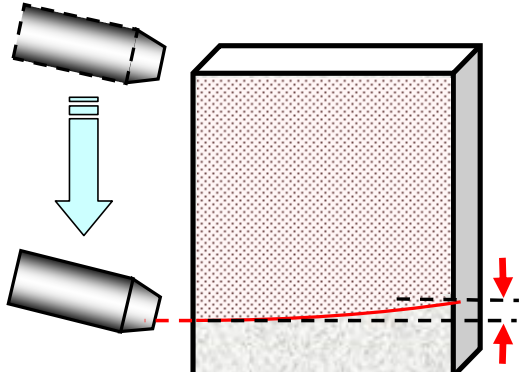
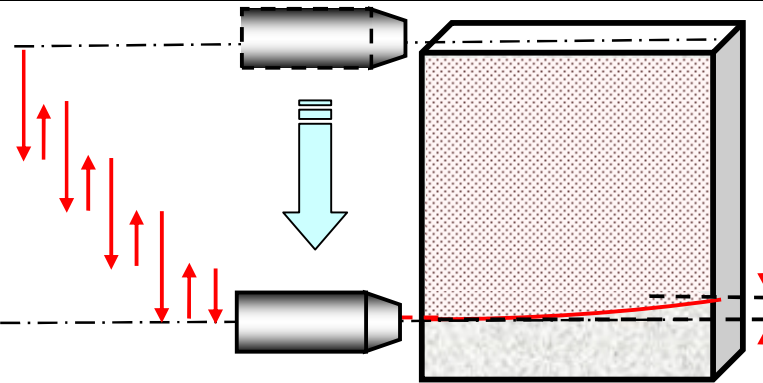
通常切断手法 切断ヘッドを切断対象物に対して垂直に固定して切断する手法	
①斜め切断手法 切断ヘッドを切断対象物に対し約15度傾斜させて切断する手法	
②半ラップ切断手法 切断ヘッドを切断対象物に対して垂直に固定し、一定距離を進んだ後に半分戻り切断ラインをラップさせて切断する手法	

図 14 切断遅れ解消のための切断手法概念図

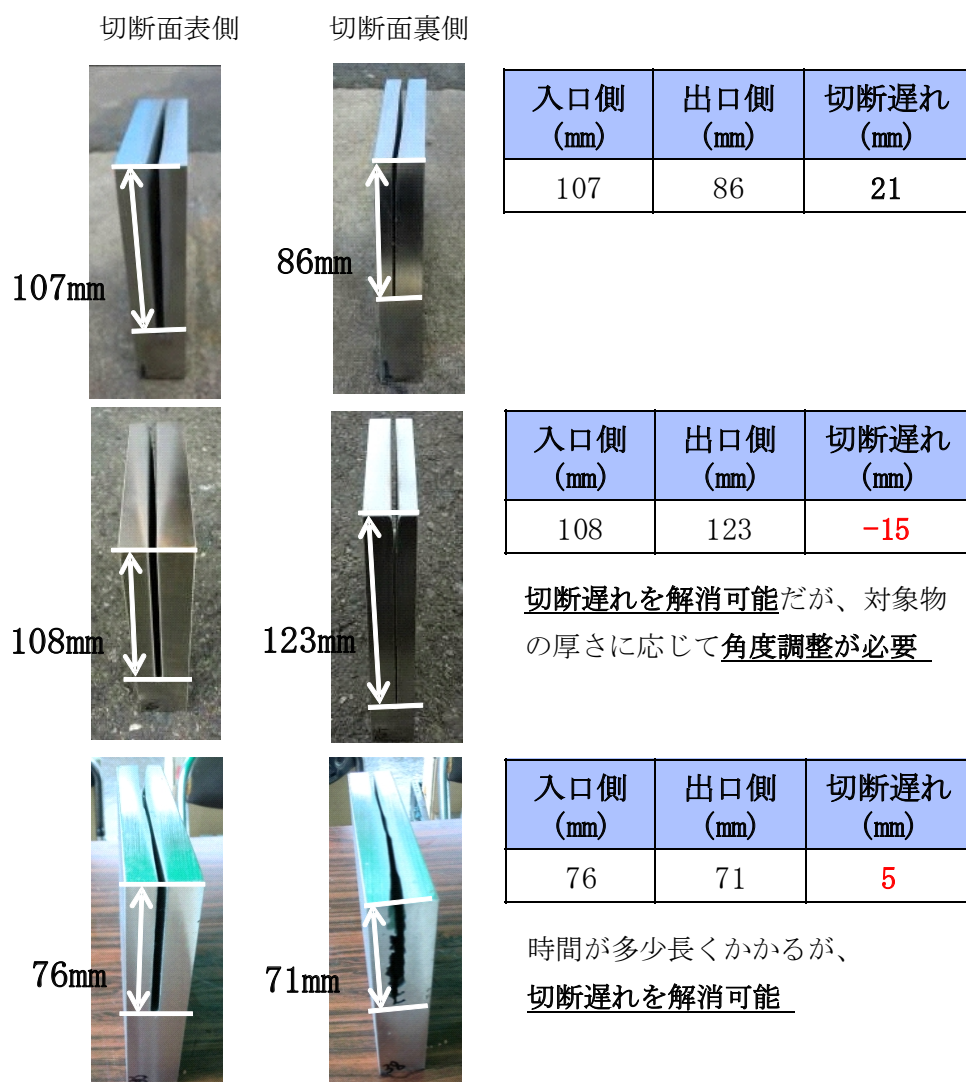


図 15 各切断手法に対する切断試験結果

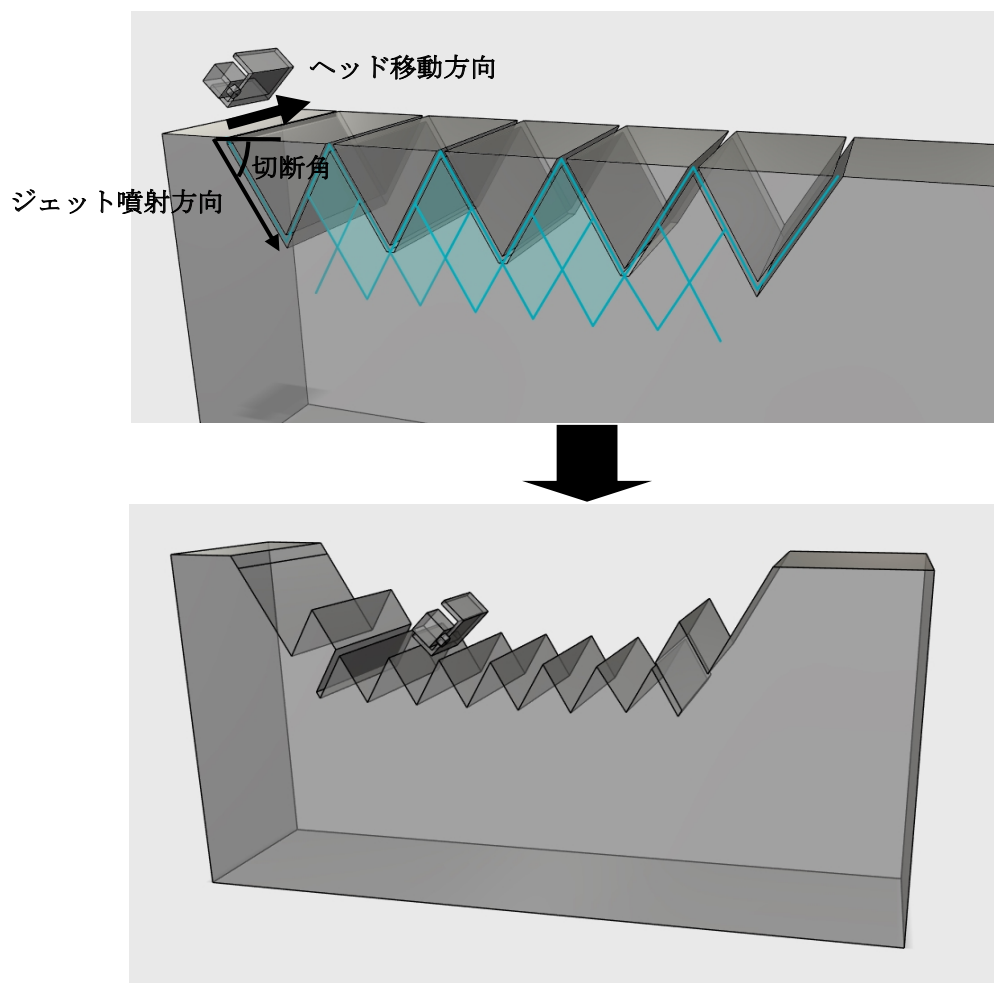


図 16 板厚に影響を受けない切断手法 概念図



図 17 板厚に影響を受けない切断手法 試験体の状況

表 1 各試験体の仕様

試験体		熱伝導率 (W/(m・K))	ビッカース硬さ (HV)
炉内構造物模擬試験体 SUS304		約 16.7	約 200
溶融再凝固試験体 A Zry-2 (5wt%) SUS304 (95wt%)	徐冷	約 14.5	約 198
	急冷	約 14.5	約 199
溶融再凝固試験体 B Zry-2 (15wt%) SUS304 (85wt%)	徐冷	約 12.4	約 343
	急冷	約 12.7	約 320
溶融再凝固試験体 C Zr+Nb (15wt%) SUS304 (85wt%)	徐冷	約 11.8	約 371
	急冷	約 11.9	約 326
溶融再凝固試験体 D Zr+Nb (30wt%) SUS304 (70wt%)	徐冷	約 9.47	約 512
	急冷	約 9.72	約 503
圧力容器模擬試験体 SQV2A(クロムモリブデン鋼)		約 39.1	—
セラミック試験体 Al ₂ O ₃ (アルミナ)		約 12.6	約 1887
セラミック試験体 ZrO ₂ (ジルコニア)		約 0.97	約 1336

表 2 主な試験条件一覧

ポンプ吐出圧力(MPa)	120, 160, 200, 230
アブレイシブ、供給量(kg/min)	ガーネット、1.0
スタンドオフ(mm)	10, 15, 20, 50, 100, 150, 200
切断速度(mm/min)	5, 10, 15, 20
切断雰囲気	水中（水深 約 0.5m）
切断ヘッドと供給装置の位置関係(m)	水平距離：10、20 垂直距離：0、10

表 3 切断試験結果一覧(1/4)

試験名称	試験No.	切断方向	研掃材 (kg/min)	雰囲気	ワーク天端ま での水深 (mm)	スタンド オフ (mm)	圧力 (MPa)	切断 速度 (mm/min)	研掃材 ホッパ 位置関係	ワーク			切断 時間 (min)	切断長 測定値※1 (mm)			切断 遅れ (d) (mm)	カーブ幅 測定値※2 (mm)		特記事項
										材質	形状	板厚		入口側 (a)	入口～出口 (b)	出口側 (c)		入口側	出口側	
事前試験 (※先端径、研掃材量、ワーク寸法確認)	1	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	100-150	20	101	126	81	20	3.4	1.5	切断良好
	2	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	150-200	20	101	171	55	46	4.3	3.8	出口切断に迷走あり
	3	水平向き上→下	1.5	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	150-200	20	102	167	51	51	5.3	2.4	出口切断に迷走あり
(1) 吐出圧力による切断能力確認試験	4	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	200	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	100-150	20	106	129	85	21	4.0	1.8	切断良好
	5	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	170	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	100-150	20	106	127	86	20	4.1	1.5	切断良好
	6	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	100-150	20	107	132	96	11	3.9	1.6	切断良好
(2) アブレイシブ供給装置 設置位置影響確認試験	7	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	100-150	20	104	133	96	8	3.7	1.5	切断良好
	8	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=10 L=10	SUS304	矢型	100-150	20	102	127	86	16	4.3	1.8	切断良好
	9	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=20	SUS304	矢型	100-150	20	104	132	96	8	3.5	1.5	切断良好
	10	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=30	SUS304	矢型	150-200	20	108	179	87	21	3.5	1.5	切断良好
(3) 切断部材の再切断確認試験	11	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	150-200	20	-	-	-	-	5.3	-	側面にジェット逃げる形跡あり
	12	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	20	h=0 L=10	SUS304	矢型	150-200	5	107	157	20	87	3.8	3.0	縁切りへ進化した
	13	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SS400	矢型	220-270	20	109	206	28	81	8.4	2.6	ドロスを吹き飛ばし縁切りを明確にした
	14	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SS400	矢型	220-270	20	104	-	-	-	3.5	3.1	側面にジェット逃げる形跡あり

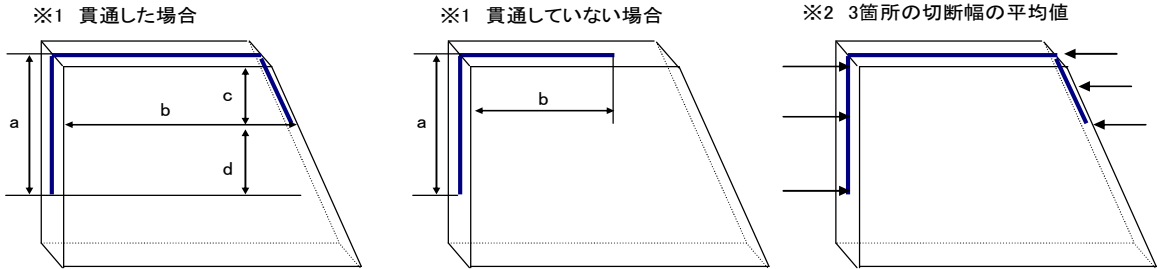


表 3 切断試験結果一覧(2/4)

試験名称	試験No.	切断方向	研掃材 (kg/min)	雰囲気	ワーク天端ま での水深 (mm)	スタンド オフ(mm)	圧力 (MPa)	切断 速度 (mm/min)	研掃材 ホッパ 位置関係	ワーク			切断 時間 (min)	切断長 測定値 ^{*1} (mm)			切断 遅れ (d) (mm)	カーフ幅 測定値 ^{*2} (mm)		特記事項
										材質	形状	板厚		入口側 (a)	入口～出口 (b)	出口側 (c)		入口側	出口側	
(4) 切断対象物の 材質による影響確 認試験	15	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r 5－ S S 95A徐	矢型	150-200	20	104	174	72	32	3.3	1.6	切断良好
	16	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r 15－ S U S 85B急	矢型	150-200	20	106	168	55	51	3.6	5.0	出口切断に迷走あり
	17	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r 15－ S U S 85B 徐	矢型	150-200	20	104	174	74	30	3.4	0.9	切断良好
	18	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r 15－ S U S 85A急	矢型	180-230	20	106	192	37	69	3.1	3.2	出口切断に迷走あり
	19	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r 15－ S U S 85A徐	矢型	180-230	20	106	201	63	43	3.7	3.7	出口切断に迷走あり
	20	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r Nb 1 5－ S U S 85C急	矢型	150-200	20	104	173	69	35	3.6	5.0	切断良好
	21	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r Nb 1 5－ S U S 85C急	矢型	180-230	20	107	186	18	89	3.2	2.3	出口切断に迷走あり
	22	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r Nb 1 5－ S U S 85C徐	矢型	180-230	20	106	205	76	30	3.5	3.2	出口切断に迷走あり
	23	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r 30－ S S 70D急	矢型	150-200	20	107	156	21	86	3.4	2.6	出口切断に迷走あり
	24	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	Z r 30－ S S 70D徐	矢型	150-200	20	104	174	70	34	3.2	1.2	出口切断に迷走あり
	25	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	アルミナ	矢型	190-240	20	106	149	-	-	3.2	-	出口側に貫通せず
	26	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	アルミナ	矢型	220-270	20	106	182	-		4.6	-	出口側に貫通せず
	27	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	クロム・モリブデン	矢型	190-240	20	106	213	70	35	3.6	1.9	切断良好
	28	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	クロム・モリブデン	矢型	220-270	20	106	243	68	38	3.5	3.2	出口切断に迷走あり
	29	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	ジルコニア	矢型	220-270	20	106	251	93	13	5.5	5.8	切断良好
	30	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	5	h=0 L=10	SUS304	矢型	190-240	20	108	214	73	35	3.4	1.6	切断良好

表 3 切断試験結果一覧(3/4)

試験名称	試験No.	切断方向	研掃材 (kg/min)	雰囲気	ワーク天端ま での水深 (mm)	スタンド オフ (mm)	圧力 (MPa)	切断 速度 (mm/min)	ワーク			切断 時間 (min)	切断長 測定値※1 (mm)				切断 遅れ (e) (mm)	カーフ幅 測定値※2 (mm)		特記事項
									形状	材質	板厚		入口側 (a)	入口～出口 (b)	出口側 (c)	出口側 (d)		入口側	出口側	
(5) スタンドオフ変更による切断制御方法の有効性確認試験	31	水平向き上→下	1.0	水中	300	200	230	5	矢型	SUS304	100-175	20.0	107	6	－	－	－	2.6	－	
	32	水平向き上→下	1.0	水中	300	150	230	5	平板	SUS304	150	20.0	110	59	－	－	－	4.9	1.6	
	33	水平向き上→下	1.0	水中	300	150	230	5	平板	SUS304	150	20.0	109	－	－	－	－	4.8	1.6	
	34	水平向き上→下	1.0	水中	300	100	230	5	平板	SUS304	150	20.0	108	101	－	－	－	5.4	2.7	
	35	水平向き上→下	1.0	水中	300	50	230	5	平板	SUS304	150	20.0	108	150	－	71	37	4.8	1.6	
	36	垂直下向き	1.0	水中	300	15	230	15	平板4層	Al_熔融C_SUS_クロモリ	50 × 4枚	7	107	91(2層)	－	－	－	5.1	－	2層まで貫通、3層入口側表面所々切削跡が付いた程度
	37	垂直下向き	1.0	水中	300	10	230	10	平板4層	ジルコニア_熔融C_SUS_クロモリ	50 × 4枚	10	107	141(3層)	－	－	－	5.7	－	3層まで貫通、4層入口側表面2箇所切削痕(深さ1mm程度)が付いた状態
	38	垂直下向き	1.0	水中	300	10	200	5	平板4層	Al_熔融A_熔融A_クロモリ	50 × 4枚	20	107	(4層)	－	－	－	5.7	－	3層まで貫通、4層入口側表面切削痕(深さ10mm程度)が付いた状態
	39	垂直下向き	1.0	水中	300	10	200	5	平板4層	Al_熔融A_熔融A_クロモリ	50 × 4枚	20	107	191(4層)	－	－	－	4.4	－	3層まで貫通、4層入口側表面2箇所に切削痕が付いた状態
	40	垂直下向き	1.0	水中	300	10	200	5	平板4層	Al_ジルコニア_熔融A_クロモリ	50 × 4枚	20	107	150(4層)	－	－	－	5.5	－	3層まで貫通したが、3層上側一部残る。4層入口側表面(中)は切削痕(深さ30mm程度)が付いた状態
	41	垂直下向き	1.0	水中	300	10	200	5	平板4層	Al5-5_熔融A4_SUS_クロモリ	50 × 4枚	20	107	127(3層)	－	－	－	5.4	－	2層まで貫通、3層入口側表面直線状切削痕(深さ15mm程度)が付いた状態
	42	垂直下向き	1.0	水中	300	10	200	5	平板4層	熔融C-4_Al_SUS_クロモリ	50 × 4枚	20	107	154(4層)	－	－	－	4.1	－	3層まで貫通、4層入口側表面切削痕(深さ25mm程度)が付いた状態
	43	垂直下向き	1.0	水中	300	10	160	5	平板4層	熔融B_Al_SUS_クロモリ	50 × 4枚	20	107	145(3層)	－	－	－	3.5	－	3層まで貫通したが、3層上側一部残る
	44	垂直下向き	1.0	水中	300	20	200	5	平板4層	熔融B_Al_SUS_クロモリ	50 × 4枚	20	107	126(3層)	－	－	－	4.9	－	3層まで貫通、4層入口側表面1箇所切削痕が付いた状態
	45	垂直下向き	1.0	水中	300	10	200	15	平板4層	熔融B_Al_SUS_クロモリ	50 × 4枚	7	107	145(3層)	－	－	－	3.5	－	3層まで貫通したが、3層上側一部残る

表 3 切断試験結果一覧(4/4)

試験名称	試験No.	切断方向	研掃材 (kg/min)	雰囲気	ワーク天端ま での水深 (mm)	スタンド オフ (mm)	圧力 (MPa)	切断 速度 (mm/min)	ワーク			切断 時間 (min)	切断長 測定値※1 (mm)				切断 遅れ (e) (mm)	カーフ幅 測定値※2 (mm)		特記事項
									形状	材質	板厚		入口側 (a)	入口～出口 (b)	出口側 (c)	出口側 (d)		入口側	出口側	
(6) 切断遅れを考慮した切断手法の有効性確認試験	46	水平向き上→下 ヘッド角15°下向き	1.0	水中	300	10	230	15	平板	SUS304	150	20.0	108	150	127	114	-6	4.6	3.1	下向きに角度を付け切断することにより出口の切断長さが入口より上回った。
	47	水平向き上→下 ヘッド角15°下向き	1.0	水中	300	10	230	5	矢型	SUS304	100-175	20.0	108	162	138	123	-15	3.5	1.9	下向きに角度を付け切断することにより出口の切断長さが入口より上回った。
	48	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	15	平板	SUS304	150	(1→×13 0.5→×12)	106	150	—	99	7	3.3	9.8	出口側で片道切断よりラップ箇所のほうが大幅に切断幅が広がった。
	49	水平向き上→下	1.0	水中	300	10	230	15	平板	SUS304	150	15.0	76	150	—	71	5	3.6	6.4	全3回繰り返し切断することにより縁切りが行われた。切断遅れは若干生じた。
(7) 対象物の板厚に影響を受けない切断手法の有効性確認試験	50	垂直下向きから 上向き30°	1.0	水中	300	10	230	15	平板	SUS304	150	17	250	100～150	—	約190	約60	4.0	—	ワーク背面にヘッド角垂直下向きから上向き30°にて距離250mm切れ込みを入れた。
	51	垂直下向きから 上向き45°	1.0	水中	300	10	200	15	平板	SUS304	150	10	145	100～150	—	約115	約30	—	—	ヘッド角垂直下向きから上向き45°にて順番に切れ込みを入れた。
	52	垂直下向きから 上向き45°	1.0	水中	300	10	200	15	平板	SUS304	150	10	145	100～150	—	約115	約25	—	—	ヘッド角垂直下向きから上向き45°にて順番に切れ込みを入れた。
	53	垂直下向きから 上向き45°	1.0	水中	300	10	200	15	平板	SUS304	150	10	145	100～150	—	約115	約25	—	—	四角すいのブロック1つ目撤去(1段目)
	54	垂直下向きから 上向き45°	1.0	水中	300	10	200	15	平板	SUS304	150	10	145	100～150	—	約115	約25	—	—	四角すいのブロック2つ目撤去(1段目)
	55	垂直下向きから 上向き30°	1.0	水中	300	10	230	15	平板	SUS304	150	6	90	90～122	—	50	40	—	—	作業スペースの関係からヘッドの角度を45°から30°に変更して切れ込みを入れた。
	56	垂直下向きから 上向き30°	1.0	水中	300	10	230	15	平板	SUS304	150	6	90	128	—	55	35	—	—	切れ込みを入れた。
	57	垂直下向きから 上向き30°	1.0	水中	300	10	230	10	平板	SUS304	150	9	85	128	—	30	55	—	—	背面に切れ込みを入れて3つ目のブロック撤去(2段目)
	58	垂直下向きから 上向き30°	1.0	水中	300	10	230	15	平板	SUS304	150	3	50	110	—	30	20	3.0	—	3段目撤去に向けて切断実施
	59	垂直下向き	1.0	水中	300	10	230	15	平板	SUS304	150	4	60	95	—	45	15	4.6	—	3段目撤去の手前までのイメージにて終了

付録 切断試験データシート

This is a blank page.

1	試験 No.	1
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	101
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	126
	3) 切断長（出口側）(mm)	81
	4) 切断遅れ(mm)	20
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.4
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.5
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	2
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	101
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	171
	3) 切断長（出口側）(mm)	55
	4) 切断遅れ(mm)	46
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.3
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	3.8
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	3
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.5
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	102
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	167
	3) 切断長（出口側）(mm)	51
	4) 切断遅れ(mm)	51
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.3
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	2.4
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	4
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	129
	3) 切断長（出口側）(mm)	85
	4) 切断遅れ(mm)	21
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.0
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.8
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	5
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	170
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	127
	3) 切断長（出口側）(mm)	86
	4) 切断遅れ(mm)	20
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.1
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.5
	 切断面表側  切断面裏側	

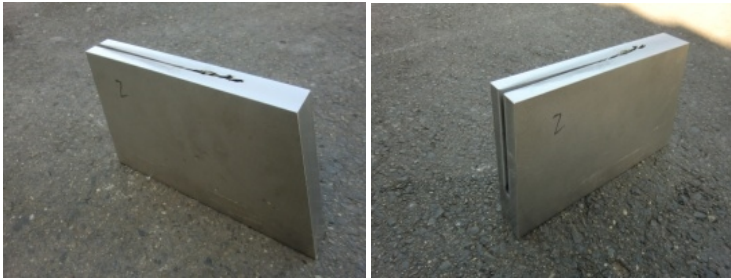
1	試験 No.	6
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	132
	3) 切断長（出口側）(mm)	96
	4) 切断遅れ(mm)	11
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.9
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.6
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	7
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 10m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	104
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	133
	3) 切断長（出口側）(mm)	96
	4) 切断遅れ(mm)	8
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.7
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.5
	  切断面表側 切断面裏側	

1	試験 No.	8
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 20m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	102
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	127
	3) 切断長（出口側）(mm)	86
	4) 切断遅れ(mm)	16
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.3
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.8
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	9
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 30m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	104
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	132
	3) 切断長（出口側）(mm)	96
	4) 切断遅れ(mm)	8
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.5
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	10
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 30m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	108
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	179
	3) 切断長（出口側）(mm)	87
	4) 切断遅れ(mm)	21
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.5
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	11
2	試験体	
	1) 形状	矢型(AWJ 切断後試験体)
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	—
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	—
	3) 切断長（出口側）(mm)	—
	4) 切断遅れ(mm)	—
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.3
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	—
	熱的切断後  AWJ による再切断後 	

1	試験 No.	12
2	試験体	
	1) 形状	矢型(AWJ 切断後試験体)
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中 (水深 300mm)
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長 (入口側) (mm)	107
	2) 切断長 (入口～出口) (mm)	157
	3) 切断長 (出口側) (mm)	20
	4) 切断遅れ(mm)	87
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.8
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	3.0
	熱的切断後  AWJ による再切断後 	

1	試験 No.	13
2	試験体	
	1) 形状	矢型(熱的切断後試験体)
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	220-270
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	109
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	206
	3) 切断長（出口側）(mm)	28
	4) 切断遅れ(mm)	81
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	8.4
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	2.6
	熱的切断後  AWJ による再切断後 	

1	試験 No.	14
2	試験体	
	1) 形状	矢型(熱的切断後試験体)
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	220-270
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	104
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	—
	3) 切断長（出口側）(mm)	—
	4) 切断遅れ(mm)	—
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	3.1
	熱的切断後  AWJ による再切断後 	

1	試験 No.	15
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	溶融再凝固試験体 A 徐 Zry-2 5wt% + SUS304 95wt%
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中 (水深 300mm)
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長 (入口側) (mm)	104
	2) 切断長 (入口～出口) (mm)	174
	3) 切断長 (出口側) (mm)	72
	4) 切断遅れ(mm)	32
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.3
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.6
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	16
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	熔融再凝固試験体 B 急 Zry-2 15wt% + SUS304 85wt%
	3) 寸法(mm)	150・200
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	168
	3) 切断長（出口側）(mm)	55
	4) 切断遅れ(mm)	51
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.6
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	5.0
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	17
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	熔融再凝固試験体 B 徐 Zry-2 15wt% + SUS304 85wt%
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	104
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	174
	3) 切断長（出口側）(mm)	74
	4) 切断遅れ(mm)	30
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.4
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	0.9
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	18
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	溶融再凝固試験体 B 急 Zry-2 15wt% + SUS304 85wt%
	3) 寸法(mm)	180-230
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	192
	3) 切断長（出口側）(mm)	37
	4) 切断遅れ(mm)	69
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.1
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	3.2
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	19
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	熔融再凝固試験体 B 徐 Zry-2 15wt% + SUS304 85wt%
	3) 寸法(mm)	180-230
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	201
	3) 切断長（出口側）(mm)	63
	4) 切断遅れ(mm)	43
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.7
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	3.7
	 切断面表側  切断面裏側	

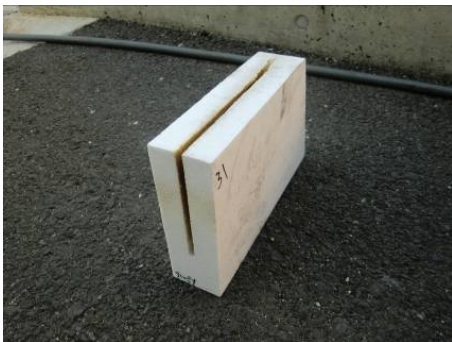
1	試験 No.	20
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	熔融再凝固試験体 C 急 Zr Nb 15wt% + SUS304 85wt%
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	104
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	173
	3) 切断長（出口側）(mm)	69
	4) 切断遅れ(mm)	35
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.6
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	5.0
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	21
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	熔融再凝固試験体 C 急 Zr Nb 15wt% + SUS304 85wt%
	3) 寸法(mm)	180-230
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	186
	3) 切断長（出口側）(mm)	18
	4) 切断遅れ(mm)	89
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.2
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	2.3
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	22
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	熔融再凝固試験体 C 徐 Zr Nb 15wt% + SUS304 85wt%
	3) 寸法(mm)	180-230
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	205
	3) 切断長（出口側）(mm)	76
	4) 切断遅れ(mm)	30
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	3.2
	 切断面表側  切断面裏側	

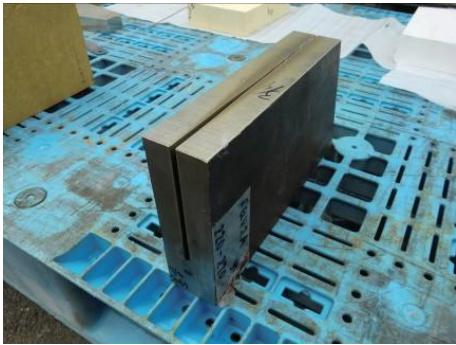
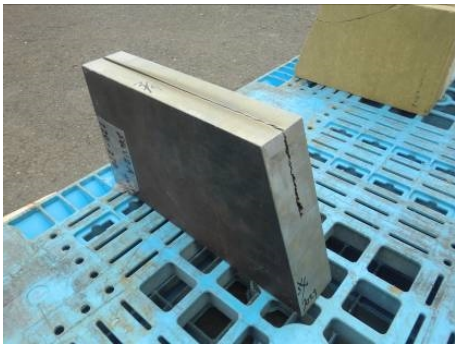
1	試験 No.	23
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	熔融再凝固試験体 D 急 Zr Nb 30wt% + SUS304 70wt%
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	156
	3) 切断長（出口側）(mm)	21
	4) 切断遅れ(mm)	86
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.4
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	2.6
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	24
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	溶融再凝固試験体 D 徐 Zr Nb 30wt% + SUS304 70wt%
	3) 寸法(mm)	150-200
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	104
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	174
	3) 切断長（出口側）(mm)	70
	4) 切断遅れ(mm)	34
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.2
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.2
	 切断面表側  切断面裏側	

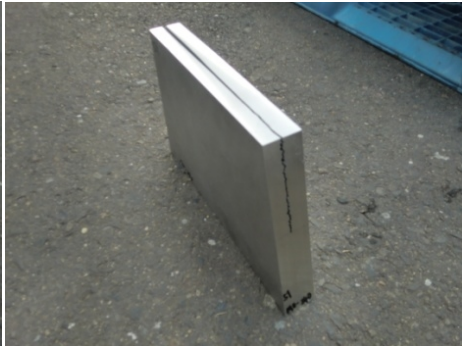
1	試験 No.	25
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	アルミナ
	3) 寸法(mm)	190-240
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	149
	3) 切断長（出口側）(mm)	—
	4) 切断遅れ(mm)	—
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.2
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	—
	 切断面表側  切断面裏側（貫通不可）	

1	試験 No.	26
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	アルミナ
	3) 寸法(mm)	220-270
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	182
	3) 切断長（出口側）(mm)	—
	4) 切断遅れ(mm)	—
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.6
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	—
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	27
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	クロムモリブデン鋼
	3) 寸法(mm)	190-240
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	213
	3) 切断長（出口側）(mm)	70
	4) 切断遅れ(mm)	35
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.6
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.9
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	28
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	クロムモリブデン鋼
	3) 寸法(mm)	220-270
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	243
	3) 切断長（出口側）(mm)	68
	4) 切断遅れ(mm)	38
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	3.2
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	29
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	ジルコニア
	3) 寸法(mm)	220-270
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	251
	3) 切断長（出口側）(mm)	93
	4) 切断遅れ(mm)	13
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	5.8
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	30
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	190-240
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	108
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	214
	3) 切断長（出口側）(mm)	73
	4) 切断遅れ(mm)	35
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.4
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.6
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	31
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-175
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	200
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	6
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	2.6
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側（裏側貫通せず）	

1	試験 No.	32
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	150
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	110
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	59
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.9
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側（裏側貫通せず）	

1	試験 No.	33
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	150
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	109
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	-
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.8
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側（裏側貫通せず）	

1	試験 No.	34
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	100
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	108
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	101
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.4
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	35
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	100
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	108
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	150
	3) 切断長（出口側）(mm)	71
	4) 切断遅れ(mm)	37
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.8
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.6
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	36
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層アルミナ、2 層熔融 3 層ステンレス、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	15
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	91(2 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.1
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	37
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層ジルコニア、2 層溶融 3 層ステンレス、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	10
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	141(3 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.7
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	38
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層アルミナ、2 層熔融 3 層熔融、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	(4 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.7
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	39
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層アルミナ、2 層熔融 3 層熔融、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	191(4 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.4
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	40
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層アルミナ、2 層ジルコニア 3 層溶融、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	150(4 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

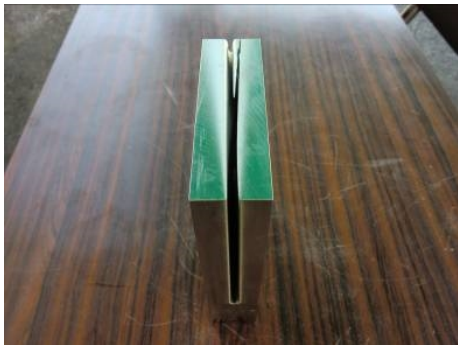
1	試験 No.	41
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層アルミナ、2 層熔融 3 層ステンレス、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	127(3 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	5.4
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	42
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層溶融、2 層アルミナ 3 層ステンレス、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	154(4 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.1
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	43
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層溶融、2 層アルミナ 3 層ステンレス、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	160
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	145(3 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

1	試験 No.	44
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層熔融、2 層アルミナ 3 層ステンレス、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	20
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	126(3 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.9
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

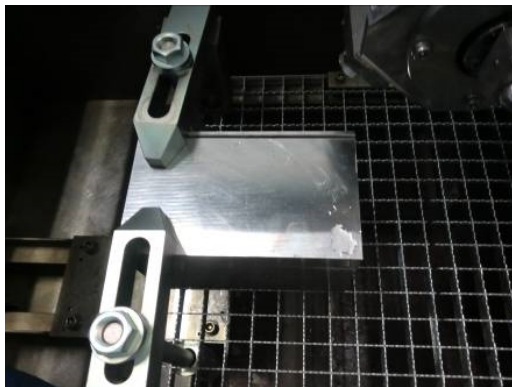
1	試験 No.	45
2	試験体	
	1) 形状	平板 4 層
	2) 材質	1 層熔融、2 層アルミナ 3 層ステンレス、4 層クロモリ
	3) 寸法(mm)	各層 50mm
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	107
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	145(3 層目まで)
	3) 切断長（出口側）(mm)	-
	4) 切断遅れ(mm)	-
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 切断面表側  切断面裏側	

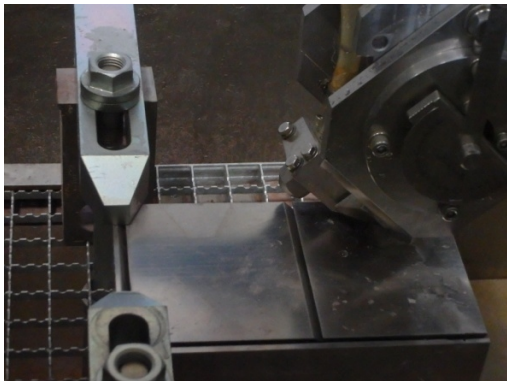
1	試験 No.	46
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	108
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	150
	3) 切断長（出口側）(mm)	114
	4) 切断遅れ(mm)	-6
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.6
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	3.1
	斜め切断手法（15 度傾斜）   切断面表側 切断面裏側	

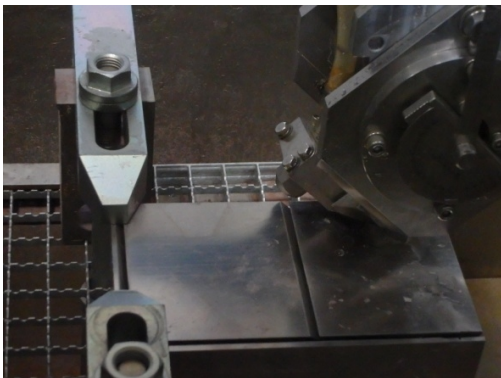
1	試験 No.	47
2	試験体	
	1) 形状	矢型
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	100-175
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	5
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	108
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	150
	3) 切断長（出口側）(mm)	162
	4) 切断遅れ(mm)	-15
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.5
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	1.9
	斜め切断手法（15 度傾斜）   切断面表側 切断面裏側	

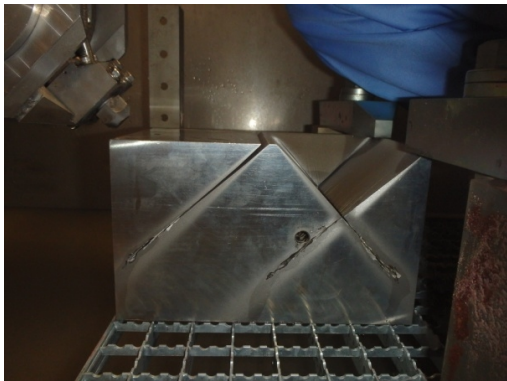
1	試験 No.	48
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	106
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	150
	3) 切断長（出口側）(mm)	99
	4) 切断遅れ(mm)	7
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.3
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	9.8
	半ラップ切断手法   切断面表側 切断面裏側	

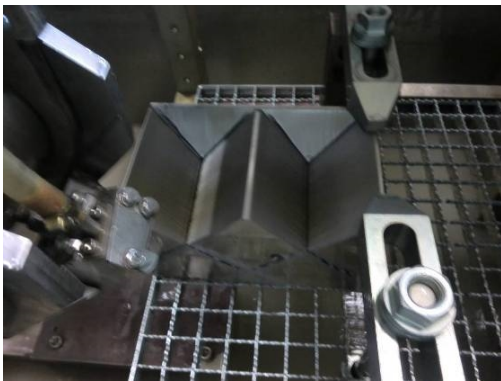
1	試験 No.	49
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	76
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	150
	3) 切断長（出口側）(mm)	71
	4) 切断遅れ(mm)	5
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.6
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	6.4
	半ラップ切断手法 切断面表側 切断面裏側	

1	試験 No.	50
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	250
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	150
	3) 切断長（出口側）(mm)	190
	4) 切断遅れ(mm)	60
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.0
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 1	

1	試験 No.	51
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	145
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	145
	3) 切断長（出口側）(mm)	115
	4) 切断遅れ(mm)	30
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	-
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 2	

1	試験 No.	52
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	145
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	145
	3) 切断長（出口側）(mm)	115
	4) 切断遅れ(mm)	25
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	-
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 3	

1	試験 No.	53
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	145
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	145
	3) 切断長（出口側）(mm)	115
	4) 切断遅れ(mm)	25
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	-
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 4	

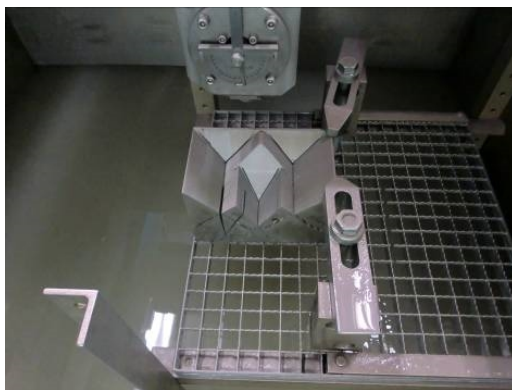
1	試験 No.	54
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	200
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	145
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	145
	3) 切断長（出口側）(mm)	115
	4) 切断遅れ(mm)	25
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	-
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 5	

1	試験 No.	55
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	90
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	90
	3) 切断長（出口側）(mm)	50
	4) 切断遅れ(mm)	40
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	-
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 6	

1	試験 No.	56
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	90
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	128
	3) 切断長（出口側）(mm)	55
	4) 切断遅れ(mm)	35
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	-
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 7	

1	試験 No.	57
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	10
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	85
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	128
	3) 切断長（出口側）(mm)	30
	4) 切断遅れ(mm)	55
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	-
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 8	

1	試験 No.	58
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	50
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	110
	3) 切断長（出口側）(mm)	30
	4) 切断遅れ(mm)	20
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	3.0
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 9	

1	試験 No.	59
2	試験体	
	1) 形状	平板
	2) 材質	SUS304
	3) 寸法(mm)	150
3	切断雰囲気	水中（水深 300mm）
4	切断条件	
	1) 吐出圧力(MPa)	230
	2) 切断速度(mm/min)	15
	3) アブレイシブ種類、供給量 (kg/min)	ガーネット、1.0
	4) スタンドオフ	10
	5) アブレイシブ供給装置－ヘッド位置関係	垂直距離 0m、水平距離 10m
5	切断試験結果	
	1) 切断長（入口側）(mm)	60
	2) 切断長（入口～出口）(mm)	95
	3) 切断長（出口側）(mm)	45
	4) 切断遅れ(mm)	15
	5) カーフ幅 入口側 (mm)	4.6
	6) カーフ幅 出口側 (mm)	-
	 V 字切断 10	

This is a blank page.

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	1
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	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 ^(c)	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	ジーメンズ	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
光束度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
照射度	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のみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてののみ使用される。
(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
粘着力のモーメント	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
角速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² 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	ファラド毎メートル	F/m	m ³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射線強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
放射輝度	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
酵素活性濃度	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=0.1MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、 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	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 =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオト	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1cm 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=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(a)	Oe	1 Oe≡ (10 ³ /4 π) 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=1cGy=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℃」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ =1μm=10 ⁻⁶ m

