

原子炉圧力容器鋼の破壊靱性試験

仕 様 書

目 次

1. 一般仕様

1. 1	件名	1
1. 2	目的	1
1. 3	契約範囲	1
1. 3. 1	契約範囲内	1
1. 3. 2	契約範囲外	1
1. 4	納期	1
1. 5	納入場所及び納入条件	1
1. 5. 1	納入場所	1
1. 5. 2	納入条件	1
1. 6	検収条件	2
1. 7	提出図書	2
1. 8	支給品	2
1. 8. 1	支給品名、寸法、数量	2
1. 8. 2	引渡し場所	2
1. 8. 3	引渡し時期	2
1. 9	品質管理	2
1. 10	適用法規・規格基準	3
1. 11	産業財産権等	3
1. 12	機密保持	3
1. 13	グリーン購入法の推進	3
1. 14	協議	4
1. 15	その他	4
1. 16	契約成立について	4

2. 技術仕様

2. 1	試験片の製作	5
2. 1. 1	試験片の加工	5
2. 1. 2	試験片への疲労予き裂導入	5
2. 1. 3	サイドグループの加工	6
2. 2	指定する温度での破壊靱性試験	6
2. 3	試験結果の整理及び報告書作成	6

1. 一般仕様

1.1 件名

「原子炉圧力容器鋼の破壊靱性試験」

1.2 目的

原子力機構が支給する原子炉圧力容器鋼から破壊靱性試験片を製作するとともに破壊靱性試験を実施し、所定の数の破壊靱性データを取得する。

1.3 契約範囲

1.3.1 契約範囲内

- 1) 破壊靱性試験片の製作
- 2) 指定する温度での破壊靱性試験
- 3) 試験結果の整理及び報告書作成

1.3.2 契約範囲外

第1章3項1号記載の契約範囲内に記載なきもの

1.4 納期

令和8年3月13日(金)

但し、分析結果及び試験結果は取得次第、順次報告すること。

1.5 納入場所及び納入条件

1.5.1 納入場所

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力安全・防災研究所
安全研究棟 西317号室

1.5.2 納入条件

- (1) 試験後の試験片及び提出図書等

持込渡し、郵送等

- (2) 残材

持込渡し

残材は作業終了後、板厚方向及び圧延方向等を明示の上、速やかに発注者に返却すること。

1.6 検収条件

第1章7項で規定される書類等がすべて提出され、その内容が本仕様書に定めるところに従って作業が終了したと認めること、及び試験後の試験片の納品及び残材の返却をもって検収とする。

1.7 提出図書

提出図書	提出時期	提出部数
実施要領書 (試験片採取要領図、疲労予き裂導入条件を含む。)	契約後及び変更の都度速やかに	1部
品質保証計画書	契約後及び変更の都度速やかに	1部
情報管理要領書	契約後及び変更の都度速やかに	1部
報告書 ^{※1}	納入時	1部
報告書の電子ファイル (試験データのExcelファイルを含む)	〃	1式

※1: 報告書はワードプロセッサ (MS Word) 形式、A4 サイズを原則 (図表等は A3 サイズの折込も可) とする。

(提出場所)

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方2番地4

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力安全・防災研究所
安全研究棟 西317号室

1.8 支給品

1.8.1 支給品名、寸法、数量

支給品名	概略寸法 (mm)	数量
(1) 原子炉压力容器鋼板(JRL)	353(圧延方向 L) × 278(圧延直角方向 T) × 30 (板厚方向 S) mm	1

1.8.2 引渡し場所

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力安全・防災研究所
安全研究棟 西317号室

1.8.3 引渡し時期

契約後速やかに

1.9 品質管理

(1) 品質保証計画

受注者は、契約作業全般についての品質保証計画書を提出し、原子力機構の確認を得ること。

(2) 品質保証活動の実施

施設の安全性・信頼性の向上のために、次の方針で適切な品質保証活動を実施すること。

- ①全ての工程において品質保証計画に従い、計画、実施、評価、改善の活動を行うこと。
- ②品質保証活動に参画する組織・業務分担及び責任を明確にし、確実に品質保証活動を遂行すること。
- ③確認を必要とする項目については、事前に原子力機構と協議し、確実に実施されることを確認すること。
- ④文書・図面・仕様書・図書・資料・品質管理記録などについては、処理手順及び管理方法を明確にし、確実に保管すること。
- ⑤原子力機構が行う実施状況の監査、改善等の勧告に協力すること。
- ⑥本仕様書に係る作業の一部について請負契約者を使用する場合、下請負契約者が下請負契約における要求事項を満足する能力を評価し、選定すること。

(3) 不適合に関する事項

試験片の製作及び破壊靱性試験または鋼材及び試験片の輸送、搬入時において不適合が発生した場合は、速やかに原子力機構に報告するとともに是正処置を協議し、原子力機構の確認後に是正措置を行うこと。また、試験片の製作ミス(寸法が仕様外)や適用規格から外れる疲労予亀裂導入等により棄却データが生じた場合には、受注者の責任で追加の試験片を製作し、破壊靱性データを取得すること。

1.10 適用法規・規格基準

- (1) ASTM 規格 ASTM E1921-19
- (3) 電気技術規定 JEAC4216-2015

1.11 産業財産権等

産業財産権等の取扱いについては、「知的財産権特約条項」に定められたとおりとする。

1.12 機密保持

受注者は、本業務の実施にあたり、知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。このため、機密保持を確実に実行する具体的な情報管理要領書を作成・提出し、これを厳格に遵守すること。

1.13 検査員

- (1) 一般検査 管財担当課長

1.14 グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.15 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、原子力機構と協議のうえ、その決定に従うものとする。

1.16 その他

- (1) 作業員の資格

試験・検査を行う作業者は、その業務を行うに必要な経験を有していること。

- (2) 試験・検査

①試験・検査は、原則として、記録確認とするが、原子力機構が必要と判断したものについては立会検査とする。

②試験・検査に用いる測定器等は、適切に管理され、定期的に校正されていること。

- (3) 梱包・輸送

試験後の試験片は、輸送中においても清浄度が保たれ、衝撃等により不具合が生じないよう梱包して輸送し、所定の場所に納入すること。

- (4) 受注者は合併又は分割等により本契約に係る権利義務を他社へ継承しようとする場合には、事前に原子力機構（契約請求元）へ照会し、了解を得るものとする。

2. 技術仕様

2.1 試験片の製作

2.1.1 0.4T-C(T)試験片の加工

図1に、支給材である原子炉压力容器鋼 A533B 鋼 (JRL) 板 (353L×278T×30S) を示す。写真に見えている面は、元の鋼板の上面から 35mm の深さの面となっている。この板厚の中央(すなわち元の鋼板の上面から深さ 45mm～55mm 部分)から、0.4 インチ厚さ CT 型破壊靱性 (0.4T-C(T)) 試験片を加工する。試験片採取方法(案)を図2に示す。加工方向は T-L とし、なるべく BOTTOM 側から採取するようにすること。試験片加工前に、試験片採取要領図を提出するとともに、切断前(ケガキが判別できるようにする)及び切断後で写真撮影を行うこと。試験片番号は L4T15～L4T49 とする。試験片の形状及び寸法は図3のとおりとし、員数は 35 とする。

2.1.2 0.4T-C(T)試験片への疲労予き裂導入

2.1.1 で加工したすべての 0.4T-C(T)試験片について、下記の条件で疲労予き裂を導入する。

- ・ ASTM E1921-19 規格に従うこと。
- ・ 疲労予き裂の導入に当たっては、導入開始時の応力拡大係数は $20\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 以下、亀裂の進展に応じて少なくとも 4 段階のステップで応力拡大係数を低下させていき、終了時の応力拡大係数は $15\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 以下となるようにすること。表1に疲労予き裂導入条件例を示す。ステップではなく、コンプライアンス法を用いて亀裂進展量に連動して連続的に応力拡大係数を低下させても良い。繰り返し荷重は 100Hz 以下、応力比 R が 0.1 の正弦波とし、大気中で行うものとする。
- ・ 作業要領書には、荷重も含めた疲労予き裂導入条件を提示し、発注者の確認を得ること。
- ・ 疲労予き裂導入後の予き裂長さ a_0 は、試験片幅 W との比が 0.5 から 0.55 の範囲に入るようにすること。また、両表面でのき裂長さの差は、規格内においても極力小さくなるように調整すること。
- ・ すべての試験片について、予き裂導入時の各ステップの荷重値、荷重繰り返し数及び応力拡大係数を報告すること。

2.1.3 0.4T-C(T)試験片へのサイドグループ加工

- ・ 疲労予き裂を導入した試験片に対し、予き裂と平行に、試験片の両面にサイドグループを加工する。
- ・ サイドグループの先端半径は 0.5mm、角度は 45 度とする。サイドグループの深さは、1mm とする。加工終了後、各部の寸法を測定すること。

2.2 指定する温度での破壊靱性試験

サイドグループを加工した試験片を用いた破壊靱性試験を、負荷速度 $0.1 < dK/dt < 2\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ (約 0.2mm/min) でへき開破壊の開始点まで行なう。試験温度、試験数の関係は表2のとおり。 -110°C での試験が終了した時点で取得データを原子力機構が検討し、次の試験温度を指示することとする。試験は ASTM E1921-19 に従うが、次の点も留意すること。

- ・ 試験用の治具、計測器、その他の試験装置は ASTM E1921-19 規格に準ずること。
- ・ 試験温度に到達してから、試験開始前に 15 分間以上その温度に保持し、治具の温度も含めて $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内に安定していることを確認してから試験を実施すること。
- ・ 試験中に荷重-荷重線変位をデータとしてパソコンに取り込むこと。
- ・ 荷重線変位を測定するためのクリップゲージのキャリブレーションは試験日毎に実施し、その結

果を出力し、報告書に含めること。クリップゲージ特性の温度依存性とその補正方法及び結果についても報告書に明記すること。

- ・試験後の試験片は疲労により破壊し、破面を現出する。その後、疲労予き裂長さ及び延性き裂長さを測定する。疲労予き裂長さの測定は ASTM E1921-19 規格に準ずる。なお、試験片の破面は SEM 観察を行うことを予定しているので、試験後は速やかに破断した試験片をエタノール等に浸し、オイル等を貼付するなど、破壊面が酸化しないように保存すること。

2.3 試験結果の整理及び報告書作成

以上の作業内容を取りまとめて、以下の要領で報告書を作成する。

- ・すべての試験片について、疲労予き裂長さ、延性き裂長さ、温度記録及び荷重-荷重線変位曲線を整理し、作業報告書に含めること。また、荷重、クリップゲージキャリブレーション結果についても作業報告書に含めること
- ・破壊靱性値（J 積分値）は ASTM E1921-19 に従って算出し、その結果を作業報告書に含めること
- ・各データは Excel ファイルに格納すること

表 1 0.4T-CT 試験片疲労予き裂導入条件(例)

ステップ	表面のき裂長さ (mm)		き裂長さ板厚 中央推定値 (mm)	負荷荷重及び応力拡大係数	
	開始	終了		荷重(kN)	K値(MPa√m)
	表面	表面			
1	8.4	8.7	9.2	3.3	20.0
2	8.7	9.0	9.5	2.8	17.4
3	9.0	9.2	9.7	2.3	15.2
4	9.2	9.6	10.5	2.0	14.8

(表面のき裂長さは両表面のき裂長さを平均した値)

表 2 試験温度と試験する試験片の数

試験温度 (°C)	試験数	試験片 ID
-110	5	L4T15~28
-110 以下 (例えば-140※)	30	L4T29~58

※-110℃試験終了後に試験結果を検討し決定

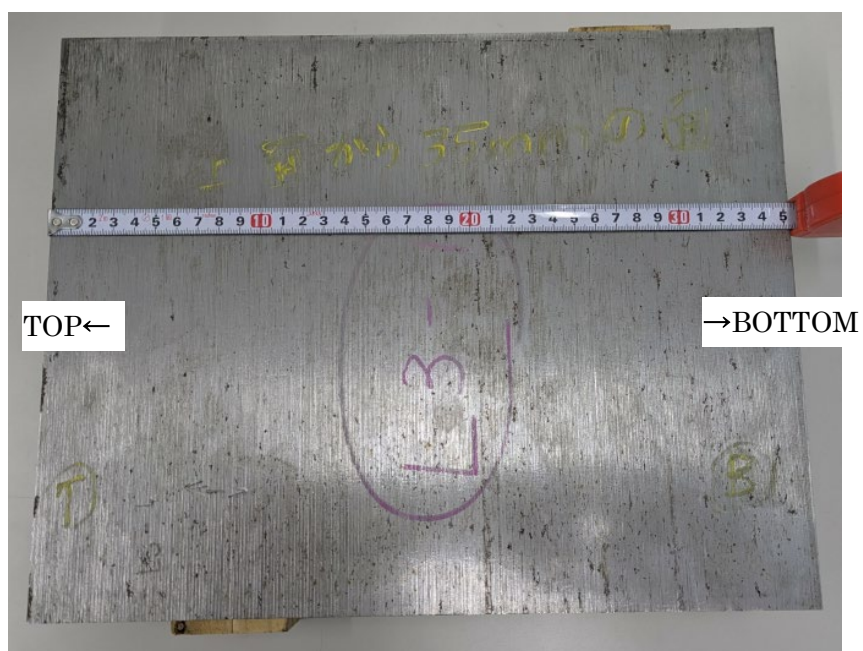


図 1 支給材(原子炉压力容器鋼板 JRL)

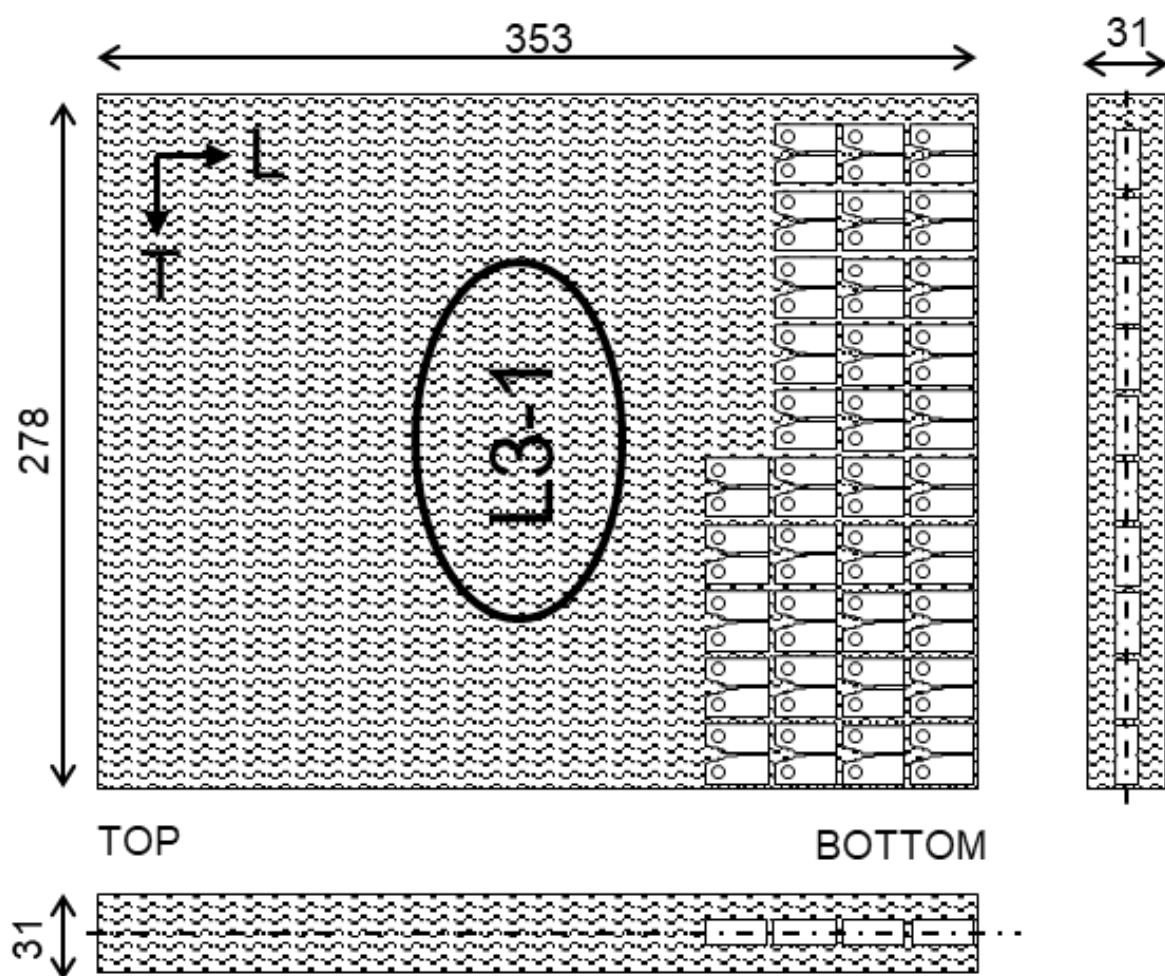


図 2 0.4T-C(T)試験片の採取方法(案)

