

公募公告

令和6年4月12日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

研究開発推進部長 大内 伸夫

(住所) 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1

下記のとおり公募します。

1. 公募に付する事項

(1) 件 名

材料強度特性の長時間側外挿技術に関する研究

(2) 内 容

別添実施計画書のとおり

(3) 履行期限

令和7年2月28日

2. 公募に参加する者に必要な資格に関する事項

(1) 公募参加資格

国又は機構の競争参加資格を有すると認められた者とする。なお、機構の競争参加資格の認定を受けていない者であっても、参加意思確認書を提出することができるが、その者が応募要件を満たすと認められ、競争的契約手続きに移行した場合に技術提案書等を提出するためには、技術提案書等の提出時まで、当該資格の認定を受ける必要がある。

(2) 公募に参加できない者

競争に係る契約を締結する能力を有しない者及び破産者で復権を得ない者。資格審査申請書及びその添付書類に故意に虚偽の事実を記載した者等。

過去3年間で情報管理の不備を理由に当機構から取引停止を受けている者。

3. 応募要件

(1) 大気中単軸クリープ試験では、 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ の範囲に等温保持できる加熱炉を備え、試験体表面温度を連続的に計測、電磁的に記録できる機能を有する装置を用いて試験が行えること。

- (2) 大気中単軸クリープ試験において、試験装置の変更が必要となる場合には、試験片を試験装置に取り付ける際に試験体に過大な負荷がかからないこと、および中断前の試験片の変形挙動との連続性・整合性が保たれていることをデータにより保証し、試験装置を変更せずに試験を継続した場合と工学的に等価とみなせることを示すこと。
- (3) 約 100 本の単軸クリープ試験を開始し、かつ、延べ 60 万時間以上の単軸クリープ試験を実施できること。なお、全ての単軸クリープ試験に関しては、試験片の軸方向の変形を連続的に計測、電磁的に記録できる機能を有する装置を用いて試験を行うことができること。
- (4) 超音波疲労試験機を用いて、高温における 1×10^9 サイクル以上の疲労データを取得できること。
- (5) 改良 9Cr-1Mo 鋼を含む高温構造材料および高速炉材料強度基準に関する十分な知識を有し、かつ、研究実績を有していること。

4. 応募要件等を満たす意思表示

本公募に参加を希望する者は、3項に示す応募要件を満たすことを証明する資料を参加意思確認書に添付の上、以下の期限までに「6. 連絡先」まで、持参又は郵送（書類書留郵便等の配達記録が残るものに限る。）により、提出すること。

上述の資料の様式は自由とするが、応募者の組織として意思決定が確認できる書類とする。

応募要件を満たす者があった場合には、機構は、応募要件の遂行能力を確認し、確認結果を書面にて通知する。

期限：令和6年4月26日（金）必着（郵送による場合も同様とする。）

5. 備考

- (1) 応募がなかった場合には、特定の者と随意契約を行う。
- (2) 応募があった場合で、かつ確認の結果合格者があった場合には、一般競争入札（総合評価落札方式）により決定することとする。その場合には別途公告する。
- (3) 手続において使用する言語及び通貨は、日本語及び日本国通貨に限る。

6. 連絡先

〒319-1112 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

研究開発推進部 研究協力課 奥津 朋子

TEL：080-7432-2809

実施計画書

1. 委託研究題目

材料強度特性の長時間側外挿技術に関する研究

2. 委託研究の目的

高速炉構造材料候補材の長時間材料特性試験及び高サイクル疲労試験を実施するとともに、取得されるデータ等をもとに、これまで開発されている外挿技術を参照しながら、長時間強度を外挿評価するための技術を開発する。

3. 委託研究の範囲

- (1) 長時間材料特性試験の準備
- (2) 長時間材料特性試験の実施
- (3) 材料強度特性の長時間側外挿法に係る検討
- (4) 高サイクル疲労試験に係る検討
- (5) 報告書の作成

4. 委託研究の内容

(1) 長時間材料特性試験の準備

改良 9Cr-1Mo 鋼及び 316FR 鋼に対する長時間材料特性試験を実施するに当たり、必要な試験装置（制御装置及び計測装置を含む。）の整備を行う。

(2) 長時間材料特性試験の実施

長寿命化に対応した材料特性評価が可能な合理的な長時間側外挿技術を確立するため、令和 5 年度までに開始した改良 9Cr-1Mo 鋼及び 316FR 鋼に対する長時間クリープ試験のうち 118 本（表 1「継続」記載条件）を実施し、最長 240,000 時間まで継続する（ただし、6. に定める研究期間内に破断した場合はこの限りではない。）。また、改良 9Cr-1Mo 鋼などの新規クリープ試験についても委託者と合意を形成した上で、少なくとも 8 本を実施する。令和 6 年度内には延べ 600,000 時間以上のクリープ試験を実施する。

なお、長時間クリープ試験には、評点部を±3℃の範囲に等温保持できる加熱炉を備え、試験体表面温度を連続的に計測、電磁的に記録できる機能を有する試験装置を用いることとする。また、本年度内に開始する全てのクリープ試験に関しては、軸方向の変形を連続的に計測、電磁的に記録できる機能を有する試験装置を用いることとする。

継続の試験及び新たに開始した試験とともに、終了／未了にかかわらず、年度の最終報告書において結果を報告するとともに、委託者の要請により、四半期に一度程度、試験の進捗状況を報告し、委託者と協議することとする。

改良 9Cr-1Mo 鋼(MGQ ヒートなど)のクリープひずみのデジタルデータを精査し、0.2～5%全ひずみ到達時間等を解析する。また、デジタルデータ及び解析結果を委託者に報告する。

(3) 材料強度特性の長時間側外挿法に係る検討

改良 9Cr-1Mo 鋼については、クリープ破断及びひずみデータに基づいて、クリープ強度特性に及ぼす初期組織・化学組成の影響を明らかにし、設計寿命 60 年を想定した材料強度特性の長時間外挿法の高精度化の検討を継続する。

また、改良 9Cr-1Mo 鋼のクリープ破断延性が長時間域で低下する原因について、初期

組織等の観点から検討する。

さらに、国内外における規格基準の動向に関する調査を行う。これらの調査の進捗状況に関しては、四半期に一度程度、委託者に報告を行い、その方向性について議論を行うこととする。

(4) 高サイクル疲労試験に係る検討

高速炉運転温度域における 1×10^9 サイクルを超える高サイクル疲労試験データを取得するために、超音波疲労試験の適用について検討する。

対象鋼種は 316FR 鋼等とし、検討に必要な素材は委託者から支給する。令和 5 年度までの検討を踏まえた繰返し硬化等を利用した発熱対策について検討し、超音波疲労試験実施の可否を検討するための試験を行う。

(5) 報告書の作成

上記 (1) から (4) までに係る報告書を 6. に定める研究期間の終了と同時に提出する。

報告書には、以下の項目を含むこととする。

- ① 材料特性試験対象素材の化学成分表及び熱処理条件表
- ② 材料特性試験片の形状寸法
- ③ 各試験の試験条件 (温度、応力)
- ④ 各試験のクリープ破断時間 (6. に定める研究期間内に破断に至らないものについては経過時間)
- ⑤ 最小クリープひずみ速度
- ⑥ クリープ破断伸び及びクリープ破断絞り (6. に定める研究期間内に破断に至らないものについては不要)
- ⑦ 各試験のクリープ曲線 (時間と全ひずみの関係図)
- ⑧ 0.2~5%全ひずみ到達時間 (対象: 改良 9Cr-1Mo 鋼 MGQ ヒートなど)
- ⑨ 高サイクル疲労試験に関する図表

6. に定める研究期間終了の 2 週間前を目途に、報告書のドラフトを委託者に提出し、内容の確認を受けること。

5. 実施場所

受託者側実施施設

6. 研究期間

契約締結日~令和 7 年 2 月 28 日

7. 受託者側実施責任者

契約締結時に決定する。

8. 委託者側実施責任者

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所 高速炉サイクル研究開発センター
高速炉基盤技術開発部 構造信頼性・材料技術開発グループ
グループリーダー 宮崎 真之

9. グリーン購入法の推進

本契約においてグリーン購入法に適合する環境物品が発生する場合はそれを採用することとする。

本実施計画書に定める提出書類（納入印刷物）については、グリーン購入法に該当するためその基準を満たしたものであること。

10. 提出書類

提出書類	提出期限	提出先	部数	備考
最終報告書	研究期間終了時	研究開発推進部 研究協力課	3部	電磁気的データ（CD-ROM×1枚）を含む。

表 1-1 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(1) 伝熱管材(C)

応力 (MPa)	温度 (°C)			
	550	575	600	625
140	継続 (139, 128)	-	-	-
120	継続 (139, 368)	-	-	-

(2) 伝熱管材(D)

応力 (MPa)	温度 (°C)				
	550	575	600	625	650
140	継続 (95, 424)	-	-	-	-
120	継続 (73, 632)	-	-	-	-
100	-	継続 (95, 448)	-	-	-
60	-	-	継続 (73, 632)	-	-
50	-	-	-	継続 (95, 064)	-

表 1-1(つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(3) 伝熱管材(F)

応力 (MPa)	温度 (°C)					
	500	550	575	600	625	650
250	継続 (129, 744)	-	-	-	-	-
140	-	継続 (95, 424)	-	-	-	-
120	-	継続 (73, 584)	-	-	-	-
100	-	-	継続 (95, 448)	-	-	-
60	-	-	-	継続 (73, 584)	継続 (77, 640)	-
50	-	-	-	-	継続 (95, 304)	-

(4) 伝熱管材(G)

応力 (MPa)	温度 (°C)					
	500	550	575	600	625	650
250	継続 (129, 744)	-	-	-	-	-
140	-	継続 (95, 136)	-	-	-	-
120	-	継続 (73, 272)	-	-	-	-
100	-	-	継続 (95, 448)	-	-	-
60	-	-	-	継続 (73, 296)	-	-

表 1-1(つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(5) 圧延板材(A)

応力 (MPa)	温度 (°C)	
	500	
210	継続 (207, 360)	

(6) 圧延板材(B)

応力 (MPa)	温度 (°C)	
	450	500
310	継続 (210, 816)	-
220	-	継続 (208, 680)

(7) 圧延板材(C)

応力 (MPa)	温度 (°C)					
	450	500	550	575	600	625
330	継続 (210, 816)	-	-	-	-	-
240	-	継続 (208, 680)	-	-	-	-
140	-	-	継続 (120, 816)	-	-	-
120	-	-	継続 (119, 592)	継続 (95, 640)	-	-
110	-	-	継続 (82, 176)	-	-	-
100	-	-	-	継続 (115, 632)	-	-
80	-	-	-	継続 (82, 176)	継続 (94, 922)	-
70	-	-	-	-	継続 (95, 448)	-
60	-	-	-	-	継続 (83, 184)	-
50	-	-	-	-	-	継続 (95, 304)

表 1-1 (つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(8) 圧延板材(D)

応力 (MPa)	温度 (°C)				
	550°C	575°C	600°C	625°C	650°C
140	継続 (120, 386)	-	-	-	-
120	継続 (119, 592)	-	-	-	-
110	継続 (83, 184)	-	-	-	-
100	-	継続 (115, 104)	-	-	-
80	-	継続 (83, 160)	-	-	-
60	-	-	継続 (83, 160)	-	-
50	-	-	-	継続 (94, 635)	-
40	-	-	-	-	継続 (65, 568)
35	-	-	-	-	継続 (65, 400)

表 1-1(つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(9) 配管材(Q)

応力 (MPa)	温度 (°C)				
	550	575	600	625	650
140	継続 (120, 624)	-	-	-	-
120	継続 (115, 631)	継続 (95, 640)	-	-	-
110	継続 (83, 208)	-	-	-	-
100	-	継続 (114, 192)	-	-	-
80	-	継続 (83, 208)	継続 (140, 712)	-	-
70	-	-	継続 (137, 424)	-	-
60	-	-	継続 (83, 160)	-	-
50	-	-	-	継続 (95, 424)	-
40	-	-	-	-	継続 (65, 568)
35	-	-	-	-	継続 (65, 400)

(10) 配管材(S)

応力 (MPa)	温度 (°C)
	550
160	継続 (41, 040)
140	継続 (43, 176)

表 1-1(つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(11) 配管材(W)

応力 (MPa)	温度 (°C)				
	500	550	600	625	650
290	継続 (5, 568)				
270	継続 (6, 744)				
260	継続 (6, 744)				
180		継続 (12, 816)			
170		継続 (12, 816)			
160		継続 (12, 624)		-	-
120			継続 (13, 656)	-	-
100			-継続 (13, 656)	継続 (5, 568)	-
90				継続 (5, 760)	
80			継続 (12, 816)-	継続 (5, 760)	-
70				継続 (6, 744)	
60				継続 (6, 744)	
50			-	-	継続 (11, 952)
40			-	-	継続 (11, 952)

表 1-1(つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(12) 配管材溶接継手(K0)

応力 (MPa)	温度 (°C)			
	550	600	625	650
110	継続 (43, 200)			
60		継続 (59, 664)	-	-
50		継続 (59, 640)	-	-
40		-	継続 (59, 664)	-
35		-	継続 (59, 688)	-
25		-	-	継続 (59, 664)
20		-	-	継続 (59, 664)

(13) 配管材溶接継手(KI)

応力 (MPa)	温度 (°C)			
	550	600	625	650
120	継続 (42, 696)			
110	継続 (43, 224)			
60		継続 (59, 640)	-	-
50		継続 (59, 640)	-	-
40		-	継続 (59, 688)	-
35		-	継続 (59, 688)	-
25		-	-	継続 (59, 640)
20		-	-	継続 (59, 688)

表 1-1(つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(14) 配管材溶接継手(J0)

応力 (MPa)	温度 (°C)			
	550	600	625	650
120	継続 (24, 072)			
110	継続 (24, 072)			
60		継続 (43, 560)		
50		継続 (49, 248)	-	-
40		-	継続 (44, 771)	-
35		-	継続 (45, 576)	-
25				継続 (43, 248)
20		-	-	継続 (48, 528)

表 1-1(つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(15) 配管材溶接継手(JI)

応力 (MPa)	温度 (°C)			
	550	600	625	650
160	継続 (23, 544)			
140	継続 (23, 568)			
120	継続 (23, 544)			
110	継続 (23, 568)			
60		継続 (48, 096)	-	-
50		継続 (49, 248)	-	-
40		-	継続 (46, 920)	-
35		-	継続 (48, 096)	-
25		-	-	継続 (48, 072)
20		-	-	継続 (51, 456)

(16) 配管材溶接継手(ZM)

応力 (MPa)	温度 (°C)		
	550	600	625
110	継続 (32, 256)	-	-

(17) 配管材溶接継手(ZO)

応力 (MPa)	温度 (°C)		
	550	600	625
110	継続 (31, 816)	-	-
60	-	継続 (32, 256)	
40	-	-	継続 (32, 280)

表 1-1(つづき) 改良 9Cr-1Mo 鋼クリープ試験条件

(18) 配管材溶接継手(ZI)

応力 (MPa)	温度 (°C)		
	550	600	625
110	継続 (32, 280)	-	-
60	-	継続 (32, 256)	
40	-	-	継続 (32, 280)

表 1-2 316FR 鋼クリープ試験条件

(1) 圧延材(F)

応力 (MPa)	温度 (°C)			
	550	600	650	700
235	継続 (192, 432)	-	-	-
118	-	継続 (191, 731)	-	-
53	-		継続 (188, 376)-	-
29	-	-		継続 (188, 232)-

(2) 圧延材(M)

応力 (MPa)	温度 (°C)	
	550	600
196	継続 (236, 280)	-