

地下水温・水圧の長期モニタリング用光ファイバケーブル
(FBG センサ・分布型センサ複合方式) に係る検討
仕様書

2026年6月

原子力発電環境整備機構
技術部
調査技術第三グループ

目次

1. 一般仕様	1
1.1. 適用	1
1.2. 用語の説明	1
1.3. 受託者及び機構技術部の責務	3
1.4. 業務の着手	3
1.5. 契約図書類の支給及び点検	3
1.6. 監督職員，技術監理責任者及び安全監理責任者	4
1.7. 受託者側責任者の選任	4
1.8. 提出書類等	5
1.9. 実施計画書の作成	6
1.10. 個別要領書の作成	7
1.10.1. 個別要領書の記載事項	7
1.10.2. 個別要領書を記載する際の考慮事項	9
1.11. 貸与品等	11
1.12. 会議等	12
1.12.1. 安全事前評価会議	12
1.12.2. 工程会議	12
1.12.3. 打合せ	13
1.13. 緊急連絡	13
1.14. 守秘義務	13
1.15. 品質保証	14
1.16. 成果物の提出，検収及び補修・保証	14
1.17. 廃棄物対策	14
2. 技術仕様	15
2.1. 業務の背景	15
2.2. 用語の説明	16
2.3. 本業務の目的	17
2.4. 実施場所	17
2.5. 工期	17
2.6. 納期	17
2.7. 委託者側実施責任者	17
2.8. 業務所管箇所	17
2.9. 業務の実施項目	17
2.10. 本業務におけるセンサの要求事項	17
2.10.1. 圧力・温度の計測方法に関する要求事項	17
2.10.2. 光ファイバケーブルの構造などに関する要求事項	18
2.10.3. 温度計測に関する要求事項	20
2.10.4. 圧力計測に関する要求事項	20
2.10.5. 計測装置に関する要求事項	20
2.11. 業務の実施項目	20
2.11.1. 実施計画書の作成	20
2.11.2. 個別要領書の作成	21

2.11.3.	複合ケーブル・圧力計測ユニット・計測装置などの設計・選定	21
2.11.4.	温度・圧力計測に関する性能試験	21
2.11.4.1.	ダイヤフラムが受ける圧力による波長変化の取得	21
2.11.4.2.	計測部の温度変化によるブラッグ波長変化の計測	23
2.11.4.3.	圧力計測に関する性能評価	24
2.11.4.4.	複合ケーブル・圧力計測ユニットの動作確認	24
2.11.4.5.	温度計測に関する性能試験	26
2.11.5.	複合ケーブル・圧力計測ユニットの止水性能試験	27
2.11.5.1.	12.5MPa での止水性能試験	27
2.11.5.2.	3MPa での止水性能試験	28
2.11.6.	会議・打合せ	29
2.11.7.	委託成果報告書の作成	30
2.12.	成果物	30
3.	知的財産の取り扱い	31
4.	特記事項	31

1. 一般仕様

1.1. 適用

- 1) 技術仕様書は、原子力発電環境整備機構技術部（以下、機構技術部）が委託する現場作業及び室内試験を伴う調査・試験業務（地質・土質調査、物理探査、ボーリング孔掘削、ボーリング孔を利用した各種試験、コアを用いた各種試験、試験・観測装置の設計・製作・性能試験、取得データの評価・解析など）に係る契約書、技術仕様書、企画書などの内容について、統一的な解釈及び運用を図るとともに、その他の必要な事項を定め、もって契約の適正な履行の確保を図るためのものである。
- 2) 契約書、技術仕様書（一般仕様、技術仕様及び特記仕様から構成される）、企画書などは、相互に補完し合うものとし、そのいずれかによって定められている事項は、契約の履行を拘束するものとする。
- 3) 契約書、技術仕様書及び企画書の内容に矛盾・抵触が生じた場合は技術仕様書、契約書、企画書の順で優先的に内容を決定するものとする（特段の定めがある場合を除く）。
- 4) 技術仕様書において一般仕様に定める事項であっても技術仕様又は特記仕様で別途定めがある場合は技術仕様又は特記仕様の内容を優先するものとする。
- 5) 技術仕様又は指示や協議等の間に相違がある場合、または図面からの読みとりと図面に書かれた数字が相違する場合など業務の遂行に支障が生じた、若しくは今後相違することが想定される場合に、受託者は機構技術部に確認して指示を受けなければならない。

1.2. 用語の説明

- 1) 本技術仕様書で規定する「監督職員」とは、契約書に基づいて機構技術部が必要と認めた場合に配置する機構職員をいい、技術監理責任者、安全監理責任者及び作業管理員から選出される。
- 2) 本技術仕様書で規定する「委託統括責任者」とは、主に受託者に対する指示、承諾または協議、及び関連業務との調整のうち重要な事項の処理を行う者をいう。また、契約図書の変更、契約の一時中止または契約の解除の必要があると認める場合における契約担当箇所（経理・資材グループ）に対する報告などを行うとともに、委託統括責任者、技術監理責任者及び安全監理責任者の指揮監督並びに業務の統括を行う者をいう。
- 3) 本技術仕様書で規定される「委託統括責任者」とは、主に、受託者に対する指示、承諾または協議、及び関連業務との調整のうち軽微なもの（金額の変更を伴わないものなど）の処理を行う者をいう。また、委託統括責任者の下に所属する技術監理責任者及び安全監理責任者の指揮監督並びに業務の取りまとめを行う者をいう。
- 4) 本技術仕様書で規定される「技術監理責任者」とは、委託統括責任者及び委託統括責任者の監督の下で、主に技術仕様書に記載される調査・試験の実施において調査・試験方法及び条件の確認、品質管理状況の確認、取得データの妥当性及び十分性の確認など技術的な監理を行うとともに、必要に応じて受託者に対する指示、承諾または協議及び関連業務との調整を行う者をいう。
- 5) 本技術仕様書で規定される「安全監理責任者」とは、委託統括責任者及び委託統括責任者の監督の下で、主に本業務のうち安全確保状況の確認を行うとともに、必要に応じて受託者に対する指示、承諾または協議及び関連業務との調整を行う者をいう。
- 6) 本技術仕様書で規定される「作業管理員」とは、技術監理責任者及び委託統括責任者の監督の下で、受託者が実施する作業状況の確認や提出物の受領・返信などの調整を行う者をいう。
- 7) 「実施責任者」、「現場代理人」、「主任技術者」及び「監理技術者」とは、契約の履行に関し業務の管理及び統括などを行う者で本技術仕様書に基づき受託者が定めた者をいう。

- 8) 「担当技術者」とは、主任技術者または監理技術者の指示のもとで調査・試験の実施に係る技術的な品質管理や、安全管理を実施する者で受託者が定めた者をいう。
- 9) 「担当者」とは、主任技術者または管理技術者及び担当技術者の指示の下で調査・試験の実施状況の確認や記録などを行う者で受託者が定めた者をいう。
- 10) 「同等の能力と経験を有する技術者」とは、本業務で必要とする技術上の知識を有する者で、本技術仕様書で規定する者又は機構技術部が承諾した者をいう。
- 11) 実施責任者、現場代理人、主任技術者及び監理技術者は、その下位の業務を兼務できるものとするが、本業務の実施にあたり必要な要員が確保されていることを提示し、機構技術部の承諾を得るものとする。
- 12) 「協力者」とは、受託者が本委託業務の遂行にあたって、再委託する者をいう。
- 13) 「設計図書」とは、技術仕様書、企画書等の契約書に付属される図書をいう。
- 14) 「技術仕様書」とは、本技術仕様書を指し、一般仕様、技術仕様及び特記仕様から構成される本技術仕様書、本技術仕様書に添付される図面、数量総括表、現場説明書及び現場説明書に対する質問回答書をいう。
- 15) 「質問回答書」とは、入札説明会や現場説明会などにおいて入札の参加者からの質問書に対して機構技術部が回答する書面をいう。
- 16) 「図面」とは、入札等に際して機構技術部が交付した図面及び変更又は追加された図面及び図面のもとになる計算書等をいう。
- 17) 「実施計画書」とは、契約書及び設計図書に基づき本委託業務の背景、目的、個別実施項目の概要、実施体制（業務の品質管理体制、安全管理体制など）、緊急連絡体制、資金計画などを記載したものをいう。
- 18) 「個別要領書」とは、契約書、設計図書及び実施計画書に基づき、個別実施項目の詳細な作業手順、リスクアセスメントに基づく安全管理方法、実施方法（業務の品質管理方法、安全管理方法など）、緊急連絡体制の運用方法などの詳細を記載したものをいう。
- 19) 「指示」とは、委託統括責任者または委託総括責任者の承諾のもと、技術監理責任者、安全監理責任者が受託者に対して業務の遂行上必要な事項について書面をもって示し、実施することを求めることをいう。（受託者の承諾の後、実施することになる）
- 20) 「催告」とは、機構技術部が受注者に対し、契約内容に従った業務の履行（債務の履行）を書面により要求することをいう。
- 21) 「請求」とは、機構技術部または受注者が契約内容の履行あるいは変更に関して相手方に書面をもって行為あるいは同意を求めることをいう。
- 22) 「通知」とは、機構技術部が受注者に対し、または受注者が機構技術部に対し、本業務の遂行に関する事項について書面をもって知らせることをいう。
- 23) 「報告」とは、受託者が技術監理責任者または安全監理責任者に対し、本業務の遂行に係わる事項について、書面をもって知らせることをいう。
- 24) 「申出」とは、受託者が契約内容の履行あるいは変更に関し、機構技術部に対して書面をもって同意を求めることをいう。
- 25) 「承諾」とは、受託者が機構技術部に対し書面で提出した本業務の遂行上必要な事項について、機構技術部が書面により業務上の行為に同意することをいう。または、機構技術部が受託者に対し書面で提出した本業務の遂行上必要な事項について、受託者が書面により業務上の行為に同意することをいう。
- 26) 「質問」とは、不明な点に関して書面をもって問うことをいう。
- 27) 「回答」とは、質問に対して書面をもって答えることをいう。
- 28) 「協議」とは、書面により設計図書の協議事項について、機構技術部と受託者が対等の立場で合議することをいう。

- 29) 「提出」とは、受託者が技術監理責任者または安全監理責任者に対し本委託業務に係わる事項について書面又はその他の資料で説明し、差し出すことをいう。
- 30) 「書面」とは、発行年月日を記録し、記名（署名または押印を含む）したものを有効とする。ただし、緊急なものについては、書面を PDF にしたものを電子メールにより、指示、報告、申出、承諾、質問、回答、協議、提出することも可とするが、速やかに書面による提出を行うものとする。
- 31) 「打合せ」とは、本委託業務を適正かつ円滑に実施するために主任技術者等と技術監理責任者または安全監理責任者が面談（Web 会議等を含む）により、業務の方針及び条件等の疑義を正すことをいう。
- 32) 「修補」とは、機構技術部が検査時に受託者の負担に帰すべき理由による不良箇所を発見した場合に受託者が行うべき訂正、補足その他の措置をいう。
- 33) 「立会」とは、契約書及び設計図書に示された項目において技術監理責任者または安全監理責任者が臨場し内容を確認することをいう。
- 34) 「受理」とは、契約書及び設計図書に基づき、受託者、技術監理責任者または安全監理責任者が相互に提出された書面を受け取り、内容を把握することをいう。

1.3. 受託者及び機構技術部の責務

- 1) 受託者は契約の履行に当たって契約書、設計図書に基づき委託の意図及び目的を十分に理解したうえで作業・試験・解析などに適用すべき諸基準に適合し、所定の成果を満足するために、受託者が保有する技術を十分に発揮しなければならない。
- 2) 受託者は本技術仕様書に示す機構技術部の要求事項を確実に実施するとともに、実施内容、結果及び報告内容について責任を負わなければならない。
- 3) 受託者は、本業務に関連する法律・法令・規則・条例・基準・指針等を遵守し、業務の円滑な進捗に努めること。また、これらに関連して受託者が行うべき諸手続き（許可、届出等）は、受託者の責任において遅滞なく処理すること。
- 4) 受託者が本業務の遂行にあたり、契約書に基づき業務の一部を再委託する際は、受託者が再委託先などに対しても法律・法令・規則・条例・基準・指針等の遵守に関する指導義務があると考えられるため、十分な指導を行うこと。
- 5) 受託者及び機構技術部は、業務の履行に必要な条件などについて相互に確認し、円滑な業務の履行に努めなければならない。

1.4. 業務の着手

受託者は、技術仕様又は特記仕様に定めがある場合を除き、契約締結後 15 日（土曜日、日曜日、祝日等の休日を除く）以内に業務に着手しなければならない。この場合において、着手とは主任技術者が本業務の実施のため技術監理責任者または安全監理責任者などとの打合せを行うことをいう。

1.5. 契約図書類の支給及び点検

- 1) 受託者からの要求があった場合で技術監理責任者及び安全監理責任者が必要と認めるときは、受託者に図面の原図若しくは電子データを貸与する。ただし、標準技術仕様、各種基準、参考図書など市販されているものについては、受託者の負担において備えるものとする。
- 2) 受託者は、契約書及び設計図書の内容を十分確認し、疑義がある場合は技術監理責任者及び安全監理責任者に報告し、その確認をしなければならない。
- 3) 技術監理責任者及び安全監理責任者は、契約書及び設計図書に基づき必要と認めるとき、

受託者に対し図面又は詳細図面などを追加支給するものとする。

1.6. 監督職員，技術監理責任者及び安全監理責任者

- 1) 機構技術部は，契約書の定めにより必要を認めた場合は1名以上の監督職員を置くものとし，その指名を委託先に通知しなければならない。監督職員を変更した場合も同様とする。
- 2) 監督職員は，技術監理責任者，安全監理責任者及び作業管理員から選出するものとする。
- 3) 技術監理責任者及び安全監理責任者は兼任できるものとする。
- 4) 機構技術部は作業管理員相当の職員を監督職員に選任した場合は，これに加えて技術監理責任者または安全監理責任者から1名以上の監督職員を選出しなければならない。
- 5) 技術監理責任者は，契約書及び設計図書に定められた事項の範囲内において，作業・試験・解析などに係る技術的な観点から，これらの作業・試験・解析などの条件設定などの指示を行い，業務の品質確保を図り，業務を遅滞なく進めるために必要な確認を行うものとする。
- 6) 安全監理責任者は，契約書及び設計図書に定められた事項の範囲内において，作業・試験・解析などに係る安全確保のために必要な確認を行うものとする。
- 7) 監督職員，技術監理責任者又は安全監理責任者は5)及び6)で確認した内容を受託者に議事録として提出させ，委託総括責任者の確認を得るものとする。委託総括責任者が議事録の内容に疑義を確認した場合は，別途，委託総括責任者もしくは委託総括責任者が指定する機構職員を含めて再度の打合せを行うものとする。
- 8) 技術監理責任者及び安全監理責任者は，受託者に対して何らかの指示を行う必要が生じた場合は，委託総括責任者もしくは委託総括責任者による承諾を得た内容を書面により行うものとする。ただし，緊急を要する場合に，技術監理責任者及び安全監理責任者が受託者に対し口頭による指示等を行った場合は，受託者はその口頭による指示などに従うものとする。なお，技術監理責任者及び安全監理責任者は，その口頭による指示などを行った後7日以内（土日を含む）に書面で受託者に指示するものとする。
- 9) 技術監理責任者及び安全監理責任者は，契約書及び設計図書に定められた事項について職務の範囲として協議を行った場合，受託先が作成する協議書により委託総括責任者に報告しなければならない。
- 10) 委託総括責任者は，技術監理責任者及び安全監理責任者からの報告及び協議書の内容に基づいて委託者側実施責任者にその内容を報告しなければならない。
- 11) 協議については，別途定めがある場合を除き協議書の提出から2日以内（土曜日，日曜日，祝日等の休日を除く）に回答を行わなければならない。
- 12) 監督職員，技術監理責任者又は安全監理責任者の指示又は承諾は，原則として書面により行わなければならない。
- 13) 監督職員を置く場合，契約書に定める催告，請求，通知，報告，申出，承諾及び解除については，設計図書に別途定めるものを除き，監督職員を経由して行うものとする。この場合においては，監督職員に到達した日をもって機構に到達したものとみなす。

1.7. 受託者側責任者の選任

- 1) 受託者は，本業務の実施責任者または現場代理人，主任技術者または監理技術者について，経歴書を含めた届出書を提出して機構の確認を得なければならない。
- 2) 業務開始時及び業務開始後を問わず，機構技術部が受託者側の職員を不適格と認めた場合は，その理由を伝えるとともに，受託者は直ちにその職員を交代させなければならない。
- 3) 受託者側の実施責任者または現場代理人，主任技術者または監理技術者は，契約書及び設計図書などに基づき，本業務に関する品質管理，安全管理などを適切に行うものとする。

- 4) 受託者側の実施責任者または現場代理人，主任技術者または監理技術者は，機構技術部が並行して実施する他の業務と本業務とが関連する場合は，相互に協力して業務を実施しなければならない。
- 5) 実施責任者または現場代理人，主任技術者または監理技術者は，原則として変更できない。ただし，死亡，傷病，退職，出産，育児，介護等やむをえない理由により変更を行う場合には，変更前の者と同等以上の職能を有する者とし，受託者は機構技術部の承諾を得なければならない。

1.8. 提出書類等

- 1) 受託者は，技術監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）を通じて表-1 に示す提出書類を機構技術部に，指定した期間内に遅滞なく提出すること。
- 2) 本業務において表-1 に示す提出書類に該当しない場合については，その旨を記載した書類を提出すること。
- 3) 受託者において表-1 に示す提出書類の提出期限を超える場合は，その提出期限について技術監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）に申出，機構技術部の承諾を得ること。
- 4) 受託者が機構技術部に提出する書類で様式が定められていないものは，受託者において様式を定め，提出するものとする。ただし，機構技術部がその様式を指示した場合は，これに従わなければならない。
- 5) 協議書については受託者，機構技術部の双方から発出できるものとし，また回答書も双方から発出できることとする。

表-1 提出書類等一覧表^{注1)}

提出書類等	提出時期	宛先	種別	提出部数	備考
実施責任者届または現場代理人届	業務着手時	原子力発電環境整備機構技術部長	提出	1部	様式-1 業務経歴書添付
主任技術者届または監理技術者届	業務着手時	原子力発電環境整備機構技術部長	提出	1部	様式-2 業務経歴書添付
実施計画書 ^{注3)}	仕様に基づいて提出すること	業務所管グループGM	承諾	2部 ^{注2)}	1.9 実施計画書の作成に基づき作成すること
個別要領書 ^{注3)}	仕様に基づいて提出すること	業務所管グループGM	承諾	2部 ^{注2)}	1.10 個別要領書の作成に基づき作成すること
有資格者名簿・従事者名簿	個別要領書提出時	業務所管グループGM	承諾	1部	実施計画書、個別要領書とは分離して作成、提出する。
安全事前評価会議議事録	会議終了後2日以内	安全事前評価会議主査	提出	1部	安全事前評価会議の指摘事項及び承諾事項は、個別要領書の記載内容に反映すること
議事録	打合せ後2日以内	業務所管グループGM	確認	2部 ^{注2)}	様式-3 押印記名後、日付入れてPDF化し、メールでの提出を可とする
協議書	必要の都度	原子力発電環境整備機構技術部長または、現場代理人	承諾	2部 ^{注2)}	様式-4 押印記名後、日付入れてPDF化し、メールでの提出を可とする
回答書	協議書が提出される都度	原子力発電環境整備機構技術部長または、現場代理人	承諾	2部 ^{注2)}	様式-5 押印記名後、日付入れてPDF化し、メールでの提出を可とする
事故速報 ^{注4)}	事故発生の都度直ちに	原子力発電環境整備機構技術部長	提出	1部	事故とは、人災、天災に伴う設備などへの影響、設備トラブルなどをいう
事故報告書及び対策	事故終息後速やかに	原子力発電環境整備機構技術部長	承諾	1部	事故とは、人災、天災に伴う設備などへの影響、設備トラブルなどをいう 事故対策については、機構の承諾を得るものとする
成果物	本仕様書に従う	原子力発電環境整備機構技術部長	提出	本仕様書に従う	
情報の取扱いに伴うチェック票	完了日	業務所管グループGM	提出	1部	様式-6
品質管理記録の写し	別途指示	業務所管グループGM	提出	1部	2.5 品質保証及び特記事項で定めるもの

注1) 契約書に定められた提出書類は別途提出すること。

注2) 作成者から提出された2部の両方に受領者が押印した後に、1部を作成者へ返却して両方で保有すること

注3) 機構が実施する「安全事前評価会議」において、内容の説明を求めることがある。

注4) 速報性確保を優先して提出すること。

1.9. 実施計画書の作成

- 1) 受託者は、業務の着手後15日（土曜日、日曜日、祝日等の休日を含む）以内に、技術監理責任者及び安全監理責任者の確認を受けつつ実施計画書を作成し、技術監理責任者（監督

職員を置く場合は監督職員)に提出しなければならない。

- 2) 機構技術部は、実施計画書の受領後 10 日以内（土曜日、日曜日、祝日等の休日を除く）に承諾を行うものとし、実施計画書の記載内容の確認、及び必要に応じて受託者と記載内容の調整を行うものとする。
- 3) ただし、実施計画書が 150 頁を超える場合は、機構による承諾までの期間を 30 頁につき 1 日ずつ延長するものとする。
- 4) 委託統括責任者は、実施計画書の承諾までの期間の延長の協議を受託者に申し入れ、これを受託者が承諾した場合は、実施計画書の承諾までの期間を承諾した内容に基づいて延長できるものとする。
- 5) 実施計画書には、設計図書に基づき下記事項を記載するものとする。
 - (1) 実施方針
 - (2) 業務内容の概要
 - (3) 業務工程
 - (4) 実施体制
 - (5) 打合せ計画
 - (6) 成果物の内容、部数
 - (7) 使用する主な図書及び基準
 - (8) 連絡体制（緊急時含む）
 - (9) 品質管理・保証計画（体制を含む）
 - (10) 安全衛生管理計画（体制を含む）
 - (11) 安全確保計画
 - (12) 情報管理計画
 - (13) 資金計画
 - (14) 使用機械の種類、名称、性能（一覧表にする）
 - (15) 仮設備計画
 - (16) 保証事項
 - (17) 提出書類及びその様式
 - (18) その他
- 6) 上記の記載事項のうち(14)以降について記載内容が実施計画書作成段階で未確定な場合は、個別要領書に記載することでも可とするが、その旨実施計画書に記載しなければならない。
- 7) 企画書が提出されている場合、実施計画書に記載する実施責任者または現場代理人、主任技術者または監理技術者については、受託者が提出した企画書に記載した者でなければならない。
- 8) 受託者は、設計図書に変更が生じた場合は、実施計画書の変更を行ったうえで、その都度技術監理責任者及び安全監理責任者に変更実施計画書を提出しなければならない。
- 9) 実施計画書の記載内容については、「1.10 個別要領書の作成」の記載内容を参考にしてもよい。

1.10. 個別要領書の作成

1.10.1. 個別要領書の記載事項

- 1) 受託者は、作業・試験を開始する 15 日前（土曜日、日曜日、祝日等の休日を含む）までに、本業務を実現するための具体的な実施手順を定めた作業・試験の実施手順・安全管理・安全対策・品質管理・品質保証・報告書の記載内容などの詳細を記した個別要領書を作成し、技術監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）に提出しなければならない。
- 2) 機構技術部は、個別要領書を受領後、安全事前評価会議を含めて 10 日以内（土曜日、日

曜日、祝日等の休日を除く) 且つ作業・試験を開始する日の前日までに承諾を行うものとし、個別要領書の記載内容の確認、及び必要に応じて受託者と調整を行うものとする。

- 3) ただし、個別要領書が 150 頁を超える場合は、機構の承諾期間を 30 頁につき 1 日ずつ延長するものとする。
- 4) 委託統括責任者は、個別要領書の承諾までの期間の延長の協議を申し入れ、受託者が承諾した場合は、個別要領書の承諾までの期間を承諾した内容に基づいて延長できるものとする。
- 5) 個別要領書は、「表-2 個別要領書の記載項目」及び「1.10.2. 個別要領書を記載する際の考慮事項」を参考に作成すること。
- 6) 個別要領書の記載内容のうち安全に係る事項については、安全事前評価会議において安全確保について確認を行うものとし、安全事前評価会議の実施を含めて機構は 2), 3), 4) により承諾を行うものとする。
- 7) 安全事前評価会議は、作業が一般化され、安全が既に確認されている試験・現場作業を除き、危険度が高い作業、新技術及び新工法を導入する作業などについて、事前に評価が必要な作業に伴う安全対策を示す場合に開催するものとする。
- 8) 安全事前評価会議の開催を必要としない場合であっても、受託者と安全監理責任者(監督職員を置く場合は監督職員)は安全確保について相互に確認を行うこととする。
- 9) 個別要領書には、契約書及び設計図書に基づき下記事項を記載するものとする。なお、個別要領書の構成については、作業・試験内容に基づく作業手順と各作業手順における安全確保の具体的な方法の関連性がわかるように工夫すること。

表-2 個別要領書の記載項目

	記載項目
1	作業項目（本仕様書に基づき記載範囲を明確にする）
2	作業内容の概要（契約図書に基づき作業内容を確認して記載すること）
3	実施体制
4	作業項目・作業要領・作業内容 作業手順を作業項目毎に分かりやすく記載すること 作業手順には、作業の管理者及び実務者を明示すること 作業の管理者及び実務者には、必要に応じて予備要員を確保すること 作業の実施状況に係る報告書の提出時期及び様式など
5	作業・試験の実施詳細工程
6	品質管理・保証方法 品質管理・保証体制に基づく品質管理工程（検査の方法、基準、機構による検査時期） 使用する主な図書（参考文献、契約図書など）及び基準 使用する資機材の型番及び資機材の品質管理状況 品質管理・保証に係る提出様式
7	労働安全衛生及び安全確保 安全（衛生）管理基本方針 安全（衛生）管理体制※1 安全（衛生）管理方法（教育・訓練の内容、方法を含む） その他安全（衛生）管理上必要な事項 関係法規の確認（各作業に係る関係法規の確認及びその遵守状況） 公衆災害防止方法 作業現場の秩序の維持 他作業との連絡・調整 安全装備（各作業において特に必要となる安全装備など） 重点管理項目（注意事項） 作業における危険予知項目及び安全対策（リスクアセスメントの実施） 緊急時連絡体制（災害・事故発生時含む）※2
8	打合せ・立会いなどの計画
9	提出物一覧（日報、品質管理、安全管理などに係るもので様式を含む）
10	その他※3

※1：現場代理人等について、職務遂行上の役割分担及び業務遂行方法の明記、ならびに法令上における責任者選任状況等について明記すること。

※2：機構の監督職員は、遅滞なく機構側の緊急時連絡体制を受託者に提供すること。

※3：その他事項については作業実施部署と調整のうえ、必要な合意事項を明記すること。なお、本事項に記載した内容は、機構技術部及び受託者が合意したものとし、受託者の責務で実施するものとする。

1.10.2. 個別要領書を記載する際の考慮事項

- 1) 受託者は本業務の実施にあたり、労働基準法・労働安全衛生法・交通法規並びに安全に関する法律・法令・規則・条例・基準・指針等、官公署の許認可条件、指示事項、規格・基準等及び機構が定める規定類を熟知し、これを遵守しなければならない。該当する法令、規格・基準、機構が定める規定類等については技術仕様及び特記仕様の定めに従うこと。

- 2) 業務の特性に応じた安全管理については、監督職及び安全監理責任者と密接に連携を保ち、自主的・積極的に災害の撲滅を図り、円滑な業務遂行に努めなければならない。
- 3) 受託者は原則として災害及び事故（設備故障を含む）の発生防止と、影響緩和の両面で安全確保に努めなければならない。
- 4) 受託者は、リスクアセスメントの結果に基づき、リスクが高い作業項目に対してリスクを低減し、安全確保のための具体的かつ実施可能な方策を検討すること。
- 5) 受託者は予定と異なる状況が発生した場合は、当該作業を一旦中止し、報告や相談等を行う習慣を作業責任者及び作業員に指導するとともに、作業場内でコミュニケーションを取りやすい雰囲気を醸成するように努めなければならない。
- 6) 受託者は、必要に応じて所轄警察署、道路管理者、鉄道事業者、河川管理者、労働基準監督署等の関係者及び関係機関と緊密な連絡を取り業務実施中の安全を確保しなければならない。なお、特記仕様に指定がある場合は、それに従うものとする。
- 7) 受託者は、業務の実施に当たり、事故等が発生しないよう協力者等に安全教育の徹底を図り、指導、監督に努めなければならない。
- 8) 受託者は、業務の実施にあたっては安全確保に努めるとともに、労働安全衛生法等関係法令に基づく措置を講じておくものとする。
- 9) 受託者は、爆発物等の危険物を使用する必要がある場合には、関係法令を遵守するとともに、関係官公署の指導に従い、爆発等の防止の措置を講じなければならない。
- 10) 受託者は、業務の実施にあたって労働安全衛生法施行令、労働安全衛生規則、粉じん障害防止規則、事務所衛生基準規則、電離放射線障害防止規則、特定化学物質障害予防規則、石棉障害予防規則、鉛中毒予防規則、酸素欠乏症等防止規則、有機溶剤中毒予防規則に基づく作業環境の確保のために必要な措置を講じなければならない。
- 11) 受託者は、有害物質を流出・排出させる作業を行う場合には、水質汚濁防止法、下水道法、大気汚染防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律等関係法令に基づき、必要な措置を講じなければならない。
- 12) 受託者は、毒物・劇物を取扱う作業を行う場合には、毒物及び劇物取締法を遵守し、必要な措置を講じなければならない。
- 13) 受託者は本業務に消防法に定める危険物の取扱いが含まれる場合は関係法令に基づき必要な措置を講じなければならない。
- 14) 受託者は、高圧ガスを取扱う作業を行う場合には、高圧ガス保安法その他関係法令に基づき必要な措置を講じなければならない。
- 15) 受託者は高周波を発生させる装置（誘導結合プラズマ質量分析計やマイクロウェーブ分解装置等）による作業を行う場合には、電波法、電波防護指針等の関係法令を遵守し必要な措置を講じなければならない。
- 16) 受託者は放射性物質を取扱う作業を行う場合には、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」、「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」、「電離放射線障害防止規則」等の必要な関係法令に基づく措置を講じなければならない。
- 17) 受託者は、屋外で行う業務の実施に際しては、業務関係者だけでなく、付近住民、通行者、通行車両等の第三者の安全確保のため、以下の事項を遵守しなければならない。
 - (1) 受託者は、最新の「土木工事安全施工技術指針」（国土交通省大臣官房技術審議官通達）を参考にして常に調査の安全に留意し現場管理を行い災害の防止を図らなければならない。
 - (2) 受託者は、最新の「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針」（建設大臣官房技術参事官通達）を参考にして、調査に伴う騒音振動の発生をできる限り防止し生活環境の保全

に努めなければならない。

- (3) 受託者は、調査現場に別途調査又は工事等が行われる場合は相互協調して業務を遂行しなければならない。
 - (4) 受託者は、業務実施中施設等の管理者の許可なくして、流水及び水陸交通の妨害、公衆の迷惑となるような行為、調査をしてはならない。
- 18) 受託者は、屋外で行う業務の実施にあたり、災害予防のため次の各号に掲げる事項を厳守しなければならない。
- (1) 受託者は、建設工事公衆災害防止対策要綱（国土交通省告示第 496 号令和元年 9 月 2 日）を遵守して災害の防止に努めなければならない。
 - (2) 屋外で行う業務に伴い伐採した立木等の野焼きをしてはならない。なお、処分する場合は関係法令を遵守するとともに、関係官公署の指導に従い、必要な措置を講じなければならない。
 - (3) 受託者は、喫煙等の場所を指定し、指定場所以外での火気の使用を禁止しなければならない。
 - (4) 受託者は、ガソリン、塗料等の可燃物を使用する必要がある場合には周辺に火気の使用を禁止する旨の標示を行い、周辺の整理に努めなければならない。
 - (5) 受託者は、調査現場に関係者以外の立ち入りを禁止する場合は仮囲い、ロープ等により囲うとともに立ち入り禁止の標示をしなければならない。
- 19) 受託者は、屋外で行う業務の実施にあたっては豪雨、豪雪、出水地震、落雷等の自然災害に対して、常に被害を最小限に食い止めるための防災体制を確立しておかなければならない。災害発生時においては第三者及び使用人等の安全確保に努めなければならない。
- 20) 受託者は、業務実施中に事故等が発生した場合は、直ちに安全監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）に連絡するとともに、事故報告書を速やかに提出し、安全監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）から指示がある場合にはその指示に従わなければならない。
- 21) 受託者は、業務が完了した後に残材、廃物、木くず等を撤去し現場を清掃しなければならない。
- 22) 受託者は、不正行為（データねつ造等）が無いように、協力者も含めコンプライアンス教育等により意識付けを行い、社会的良識に沿った事業活動に努めるものとし、環境保全を含め、当機構はもちろんのこと地域住民に迷惑を及ぼさないよう努めること。万が一、不正行為等があった場合には速やかに機構技術部に報告しなければならない。

1.11. 貸与品等

業務の遂行にあたって必要な機構からの貸与品の扱いは以下のとおりとする。

- 1) 貸与機器等の品名、仕様、数量、受渡しの場所等は、技術仕様及び特記仕様の定めによる。
- 2) 貸与機器等を受領した時は、遅滞なく貸与品借用書（様式任意）を技術監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）に提出すること。
- 3) 万一機構が貸与した機器またはこれに関連した事故が発生した場合、機構は一切の責任を負わないものとする。
- 4) 機構及び受託者は、貸与品の使用に先立ち、点検等により健全性を両方で確認しなければならない。
- 5) 受託者は、貸与機器等の保管・取扱い及び使用に際して、技術監理責任者及び安全監理責任者の指導に従い、以下の事項に注意しなければならない。
 - (1) 貸与機器等の性能保全
 - (2) 貸与機器等の滅失、き損の防止

- (3) 貸与機器等と受託者持ち込み機器等との区分、整理及び識別表示
- 6) 受託者が貸与機器等について瑕疵を発見、使用上不適当と認めた時または滅失、き損等の通常と異なる状態に気づいた場合には、直ちに技術監理責任者及び安全監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）に報告し、指示を受けること。
 - 7) 受託者は、貸与機器等を使用後、清掃手入れのうえ、機構が連絡する期日までに所定の場所に返還すること。
 - 8) 貸与資料については原則として複写を禁止する。なお、製品及び役務等の提供にあたり、止む無く複写を必要とする場合は、機構と協議のうえ、承諾を得てから実施すること。
 - 9) 貸与資料についてデジタルデータを貸与した場合、業務期間中は当該データへのアクセス可能な職員を制限すること。
 - 10) 貸与資料についてデジタルデータを貸与した場合、業務終了後に当該データを消去すること。なお、必要に応じて監督職員が立会する場合がある。
 - 11) 受託者は、故意又は過失により、貸与機器又は貸与資料を滅失若しくはき損した場合、又はその返還が不可能となった場合、契約書に従った対応を取ること。故意又は過失によらず、貸与機器又は貸与資料を滅失若しくはき損した場合、又はその返還が不可能となった場合、機構と協議のうえ対応を決定すること。

1.12. 会議等

1.12.1. 安全事前評価会議

- 1) 受託者は、安全事前評価会議の実施方法及び出席者については安全監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）と調整するものとする。安全事前評価会議を開催する場合には、危険度が高い作業・新技術、新工法を導入する作業について、事前に評価の必要な作業に伴う安全対策を示す書類として、以下の事項を記載した資料により説明を行うこと。なお、個別要領書には、安全事前評価会議に諮る事項の詳細、及び作業が一般化され、安全が既に確認されている現場作業についても詳細を記載すること。
 - (1) 作業件名（概要・期間含む）
 - (2) 安全（衛生）管理体制（急時連絡体制含む）
 - (3) 作業安全対策
 - (4) 使用機械設備の安全対策
 - (5) 電気による危険防止
 - (6) 火災・爆発等の防止
 - (7) 夜間・悪天候時の安全対策
 - (8) 公衆安全対策等
 - (9) 作業環境安全対策
 - (10) その他安全対策上必要な事項（手順含む）
- 2) 安全事前評価会議終了後、受託者はその議事録を作成し機構技術部の承諾を得るとともに、合意事項を個別要領書に反映すること。

1.12.2. 工程会議

- 1) 本業務実施期間中は、作業及び試験の進捗状況を確認するための工程会議を開催すること。
- 2) 現場作業を伴う作業及び試験については、1回/週以上の頻度で開催すること。
- 3) 現場作業を伴わない作業及び試験については、定期的に工程会議を開催すること。なお、その開催頻度については、技術監理責任者又は安全監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）と調整すること。
- 4) 工程会議終了後は、その議事録を作成し機構技術部に提出すること。

- 5) 技術監理責任者又は安全監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）もしくは受託者は、その内容について出席者の確認を得た後に議事録を関係者に電子メールにより周知すること。なお、周知後1日以内に出席者による意見がない場合は、疑義がないことと見なしその旨関係者に電子メールにより周知するものとする。
- 6) 機構技術部は、電子メールにより配信された日時及びそれをもって議事録を受領したものとする。
- 7) 議事録の内容について疑義が生じた場合は、協議を行うものとする。

1.12.3. 打合せ

- 1) 本業務を遂行するための試験方法や試験条件などを確認が必要な場合に、機構技術部及び受託者が出席して開催する。
- 2) 打合せは、対面での開催を基本とする。ただし、国内の状況により対面での開催が困難な場合や、海外からの出席等が必要な場合は、Web会議等を利用することも可とする。
- 3) 打合せ後は、その議事録を作成すること。
- 4) 技術監理責任者又は安全監理責任者（監督職員を置く場合は監督職員）もしくは受託者は、その内容について出席者の確認を得た後に議事録を関係者に電子メールにより周知すること。なお、議事録作成後1日以内に出席者による意見がない場合は、関係者に電子メールにより周知するものとする。
- 5) 機構技術部は、電子メールにより配信された日時及びそれをもって議事録を受領したものとする。
- 6) 議事録の内容について疑義が生じた場合は、協議を行うものとする。

1.13. 緊急連絡

- 1) 機構技術部及び受託者は、迅速な連絡・報告が取れるよう緊急連絡体制表を作成し、組織した安全管理体制と併せて現場へ掲示するとともに作業員や協力者等へ周知すること。
- 2) 緊急連絡体制表は常に最新の状態に保ち、変更があった場合は速やかに関係する部署等へ通知するとともに、掲示物についても更新すること。
- 3) 緊急連絡体制表の作成にあたり、発生した事象により連絡先が複数ある場合は、予め事象毎の連絡先を盛り込んでおくこと。
- 4) 緊急時の連絡手段は、各作業場所に依りて別途取り決められたものによる。
- 5) 受託者は、以下の事故等が発生した場合は緊急連絡体制表に基づき機構へ報告し、指示を受けること。
 - (1) 人身災害（交通人身事故含む）
 - (2) 車両事故（構内物損事故含む）
 - (3) 火災・爆発等の事故
 - (4) 設備事故及びトラブル

1.14. 守秘義務

- 1) 受託者は、本業務に関して機構技術部から貸与された情報、本業務の結果（業務処理の過程において得られた記録などを含む）などを実施計画書の実施体制に記載される範囲外には秘密とし、また、当該業務の遂行以外の目的に使用してはならない。
- 2) 受託者は、当該業務に関して機構技術部から貸与された情報、その他知り得た情報を当該業務の終了後においても第三者に漏らしてはならない。
- 3) 取り扱う情報は、当該業務のみに使用し、他の目的には使用しないこと。また、機構技術部の許可なく複製しないこと。

- 4) 受託者は、当該業務完了時に、発注者への返却若しくは消去又は破棄を確実に行うこと。
- 5) 受託者は、秘密情報の取扱いについては様式-6により業務着手前及び完了時に受託者の責任で確認し、その記録を業務完了時に機構へ提出しなければならない。
- 6) 受託者は、当該業務の遂行において貸与された発注者の情報の外部への漏洩若しくは目的外利用が認められ又そのおそれがある場合には、これを速やかに発注者に報告するものとする。

1.15. 品質保証

- 1) 受託者は、ISO9001：2015（JIS Q 9001:2015）に基づく品質マネジメントシステムに則って運用する品質管理・保証計画を作成しなければならない。
- 2) 機構が必要と認める場合は、機構が品質マネジメントシステムの運用状況の検証を行うことがあるため受託者は協力する。
- 3) 受託者は意図しない結果が成果品に反映されないよう品質確認を行う。受託者が運用する品質マネジメントシステムに則り実施した品質確認結果の記録の写しを機構に提出する。
- 4) 受託者は委託成果報告書が業務目的を満足した内容であることの確認（妥当性確認）を行う。
- 5) 受託者は運用する品質マネジメントシステムに則り、適切なインフラストラクチャ及び環境を使用する。
- 6) 受託者は運用する品質マネジメントシステムに則り、機構または外部提供者の所有物を管理する。
- 7) 業務期間中に不適合が発見された時は、受託者が運用する是正処置システムに則り、受託者の負担で修正しなければならない。ただし、その対策については、事前に機構の承諾を受けなければならない。

1.16. 成果物の提出、検収及び補修・保証

- 1) 受託者は、成果物の検収に先だって機構技術部と検収方法（成果物の内容、検査基準、提出期限及び提出方法等）について機構技術部と打合せ、円滑な成果物の提出に努めるものとする。
- 2) 受託者は、契約書に定める事業報告書及び成果物を仕様書に定める成果物（成果報告書を含む）最終提出期限までに機構技術部に提出しなければならない。
- 3) 機構技術部は提出された事業報告書及び成果物（成果報告書を含む）を遅滞なく（実施期間が終了するまでに）検査し、検査結果を受託者に通知するものとする。
- 4) 検査の結果、成果物に欠陥が発見された時は、受託者の負担で補修しなければならない。ただし、その対策については、事前に機構の承諾を受けなければならない。

1.17. 廃棄物対策

- 1) 受託者は、廃棄物の発生抑制に努めるとともに、作業で発生する廃棄物を自らの責任において適正に処理しなければならない。
- 2) 産業廃棄物に当たっては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」、「資源の有効な利用の促進に関する法律」及び「建設副産物適正処理推進要綱」並びに都道府県条例等の関係法規を遵守すること。

2. 技術仕様

2.1. 業務の背景

機構では、地下水の水温・水圧・水質の初期状態、地震・断層活動、坑道掘削などによる地質環境の変化およびその影響範囲などを把握するために、ボーリング孔内に地下水の水温・水圧・水質の長期モニタリングが可能な装置（以下、モニタリング装置）を設置する計画である。

一般的な既存のモニタリング装置は、①直接水圧観測方式（図1：左）、および②ピエゾ水頭観測方式（図1：右）の2種類が利用されている。①はプローブ（圧力計、温度計）の故障やケーブル断線などに伴うメンテナンス期間中、および地下水採水作業中に水圧・温度の観測ができない、②は原位置における温度観測ができない、ボーリング孔の孔径により観測区間数が制限されるなどの課題が確認されている。また、地層処分事業のサイト選定に関する調査結果や地下施設建設時から処分場閉鎖後の地下環境の変化などに関する説明性および信頼性の向上のため、これらの課題の解決が必要と考えている。

光ファイバは、構造物やプラントなどの歪のモニタリングにおいて20～30年の長期間の使用実績があることから、光ファイバを水圧・温度センサとして用いることにより、既存の電気式センサの故障やケーブル断線などに係るメンテナンス頻度を低減し、長期間に及び水圧・水温の連続観測が可能となることが期待できる。加えて、図2のように光ファイバをロッドの外側に設置することにより、温度・圧力の観測を継続した状態で、ロッド内部に採水装置を挿入して任意の観測区間から地下水の採水が可能となることも期待できる。

このような背景から、機構では以下の条件に適用可能な光ファイバを用いた地下水のモニタリング装置の開発を進めている。

- (1) 計測圧力の範囲は、ボーリング孔の掘削長約 1,000m を仮定して大気圧相当から 10MPa
- (2) ボーリング孔内の地下水温は、一般的な地温勾配を考慮して約 15℃～45℃
- (3) ボーリング孔の掘削長約 1,000m に対し、20 区間の観測区間（図2において上下のパッカーで閉塞された区間）を 1.5m 以上の任意の区間長で設定可能

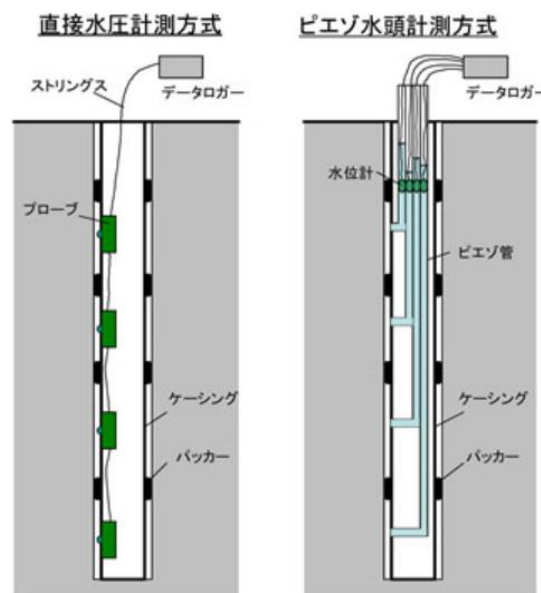


図1 既存モニタリング装置の概念図

- 左) 直接水圧計測方式：パッカーで区切られた各観測区間の水圧をプローブで直接計測
右) ピエゾ水頭計測方式：パッカーで区切られた観測区間から立ち上がるピエゾ管内の水位を測定
（図の出典：核燃料サイクル開発機構，JNC TN1400 2005-014，2005）

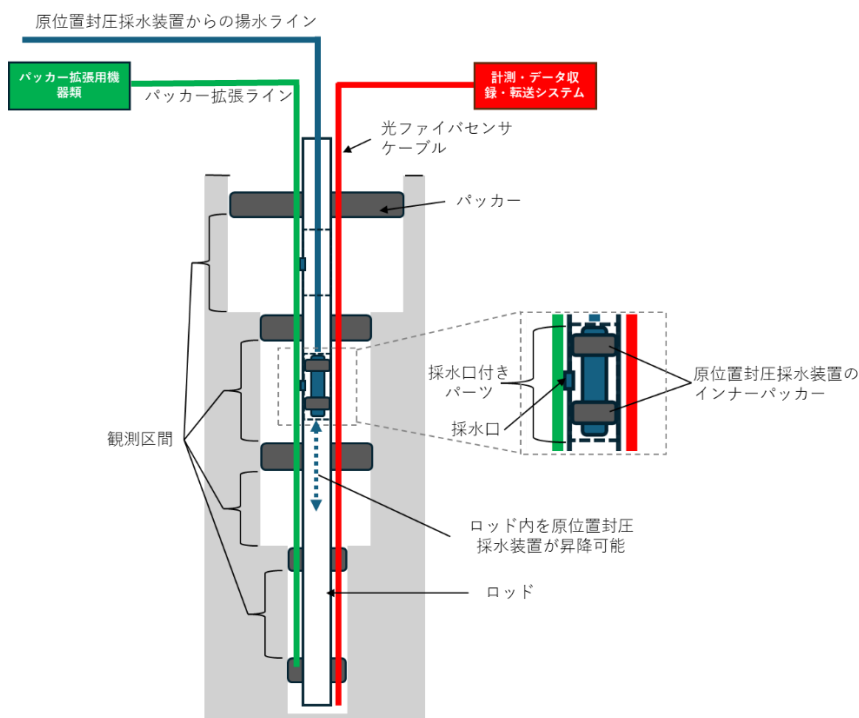


図2 光ファイバを用いたモニタリング装置の概念図

2.2. 用語の説明

本仕様書で使用する用語の説明を以下に示す。

用語	用語の説明
圧力計測用 FBG	ダイヤフラムと接着する光ファイバの FBG
温度補正用 FBG	圧力計測用 FBG で生じるブラッグ波長の変化について、温度変化の影響を補正するために設ける光ファイバの FBG
圧力計測用ダイヤフラム式 FBG センサ	ダイヤフラムが外部から受ける圧力により生じる歪によって圧力計測用 FBG に生じるブラッグ波長の変化を利用することで、圧力計測が可能なセンサ
光ファイバ温度センサ	ラマン散乱光を利用して温度を計測する光ファイバセンサ
光ファイバ素線	コアとクラッドから成る光ファイバを傷などから保護するために樹脂などで一次被覆したもの
圧力計測用光ファイバ	圧力計測用 FBG と温度補正用 FBG を設けた光ファイバ素線
温度計測用光ファイバ	ラマン散乱光を用いた温度計測で使用する光ファイバ素線
圧力計測用光ファイバケーブル	圧力計測用光ファイバが断線しないようチューブや被覆の内側に光ファイバ素線を通して二次被覆を施したケーブル
温度計測用光ファイバケーブル	温度計測用光ファイバが断線しないようチューブや被覆の内側に光ファイバ素線を通して二次被覆を施したケーブル
計測部	ダイヤフラム、圧力計測用光ファイバが一体となっている部分 (図 3)
圧力計測ユニット	圧力計測用光ファイバケーブルと計測部が一体化したもの (図 3)
複合ケーブル	温度計測用光ファイバケーブルと端部にのみ 1 個の計測部が設置された複数本の圧力計測用光ファイバケーブルを束ねたうえで、チューブや被覆材により三次被覆を施したケーブル (図 4, A)
計測装置	光の発信, 受信, 受信光に基づく計測値への変換, 計測値データの収録等を行う装置

2.3. 本業務の目的

2.1.に記載のモニタリング装置の設置環境や観測区間数に対応可能なモニタリング装置製造に向け、本業務では、ダイヤフラムが外部から受ける圧力により生じる歪の光ファイバによる計測技術、および光ファイバによる温度計測技術の有効性や課題などの確認を行い、これらのモニタリング装置への利用可能性や課題への対応策などの検討を行うことを目的とする。

具体的には、圧力計測用 FBG において生じるブラッグ波長の変化を利用することで、圧力計測が可能な圧力計測用ダイヤフラム式 FBG センサ、およびラマン散乱光を利用した光ファイバ温度センサについて、設計、試作、性能確認試験、課題の確認などを行う。

2.4. 実施場所

受託者にて適切な実施施設を準備して使用すること。

2.5. 工期

契約締結日～2028年3月14日（火）

2.6. 納期

- 1) 委託成果報告書ドラフト提出期限：2028年3月3日（金）
- 2) 成果物（委託成果報告書含む）最終提出期限：2028年3月14日（火）

2.7. 委託者側実施責任者

原子力発電環境整備機構 技術部長 北川義人

2.8. 業務所管箇所

原子力発電環境整備機構 技術部 調査技術第三グループ

2.9. 業務の実施項目

- 1) 実施計画書の作成
- 2) 個別要領書の作成
- 3) 光ファイバケーブルなどの選定・設計
- 4) 温度・圧力計測に関する性能試験
- 5) 圧力計測ユニットの止水性能試験
- 6) 会議・打合せ
- 7) 委託成果報告書の作成

2.10. 本業務におけるセンサの要求事項

2.10.1. 圧力・温度の計測方法に関する要求事項

- 1) 圧力計測は圧力計測用ダイヤフラム式 FBG センサにより行う。
- 2) 圧力計測用 FBG の近傍に温度補正用 FBG を設け、温度補正用 FBG からのブラッグ波長を用いることで圧力計測用 FBG の温度補正を行う。温度補正用 FBG は、圧力計測用 FBG と同一の光ファイバ素線上の可能な限り圧力計測用 FBG の近傍に設けることとし、温度補正用 FBG には、温度変化以外でのブラッグ波長の変化が生じないようにする。
- 3) 温度計測は温度補正用 FBG ではなく、温度計測用光ファイバセンサにより行う。温度計測用光ファイバセンサでは、ラマン散乱光を用いて温度計測用光ファイバ全長における計測を行う。

2.10.2. 光ファイバケーブルの構造などに関する要求事項

- 1) 圧力計測用光ファイバケーブル、および温度計測用光ファイバケーブルの二次被覆に用いる材料は、長期間地下水と接触しても地下水の水質（淡水（降水の平均）～海水、pH6～8程度）に影響を与えない材料とすること。
- 2) 計測部は、例えば図3のようなユニットとし、ダイヤフラム外側だけが圧力を受ける構造とする。計測部筐体およびダイヤフラムに用いる材料は、長期間地下水と接触しても地下水の水質（淡水（降水の平均）～海水、pH6～8程度）に影響を与えず、かつ、圧力や温度によって計測部筐体に生じる歪が、ダイヤフラムに生じる歪と比較し十分に小さくなるものを選定すること。
- 3) 計測部は、1本の圧力計測用光ファイバケーブルの端部に1個設ける構造、もしくは1本の圧力計測用光ファイバケーブルに複数個設ける構造でもよい（図4）。
- 4) 2.1.(1)ではモニタリング装置を設置するボーリング孔内の圧力は大気圧程度～10MPaを想定しているが、裕度を考慮して12.5MPaの圧力下において、計測部および光ファイバケーブルの内部に地下水が浸入しない構造とする。
- 5) ラマン散乱光を用いた温度計測を行う場合、光ファイバケーブル終端部からの反射などが光ファイバケーブル終端部に最も近い観測区間の計測値に影響を与える可能性があることから、温度計測用光ファイバケーブルについては、ケーブルの終端部側に余長を設ける、ケーブル終端部の反射防止処理を行う、などの適切な処理を行うことで、ケーブル終端部に最も近い観測区間の計測値に影響を与えないこと。なお、最短の観測区間長は1.5mである。
- 6) モニタリング装置は、ボーリング孔の掘削長約1,000mに対し観測区間を20区間設置し、各観測区間に1個の計測部を設置することを想定している。以下に、(1)圧力計測用光ファイバケーブルの端部にのみ計測部を設ける場合、(2)1本の圧力計測用光ファイバケーブルに複数の計測部を設ける場合の構造を示す。
 - (1) 圧力計測用光ファイバケーブルの端部にのみ1個の計測部を設ける場合
 - ① 複数本の圧力計測用光ファイバケーブル、および温度計測用光ファイバケーブルを束ねた複合ケーブル（例えば、図4のA）とすること。複合ケーブルの三次被覆に使用するチューブや被覆材は地下水の水質（淡水（降水の平均）～海水、pH6～8程度）に影響を与えない材料とすること。
 - ② 1本の複合ケーブルの外径は8mm以下とし、均一な外径とする。
 - ③ 1本の複合ケーブルに20区間分の計測部を設けることが難しい場合は、複数本の複合ケーブルを使用して20区間で観測することも可とする。
 - ④ 複数本の複合ケーブルで20区間を観測する場合は、うち1本の複合ケーブルに温度計測用光ファイバケーブルを束ねること（図4のA）。
 - ⑤ 複合ケーブル内への地下水の浸入を許容する構造を採用する場合は、パッカーで閉塞された隣接する観測区間の差圧が3MPaの状態、複合ケーブル内部を通じて隣接する観測区間への地下水の移動、および圧力の伝搬が生じないように、複合ケーブル内部に止水構造などを設けることとする。
 - ⑥ 複合ケーブル内に地下水の浸入を許容しない構造を採用する場合は、12.5MPaの圧力下において複合ケーブル内部に水が浸入しないこととする。
 - (2) 圧力計測用光ファイバケーブルに複数の計測部を設ける場合
 - ① 1本の圧力計測用光ファイバケーブルに20個の計測部が設置可能な構造とする（図4のB）。

- ② 1本の圧力計測用光ファイバケーブルに20個の計測部の設置が難しい場合は、1本の光ファイバケーブルに5個以上の計測部を設置できることとする。
 - ③ 圧力計測用光ファイバケーブルと温度計測用光ファイバケーブルは、独立して設ける(図4のB)。
 - ④ 圧力計測用光ファイバケーブルおよび温度計測用光ファイバケーブルの外径は8mm以下とし、均一な外径とする。
- 7) モニタリング装置の最短観測区間長が1.5m、ボーリング孔壁とモニタリング装置のロッドとのクリアランスが最大30mm以下の空間に対して、計測部を1個設置可能な構造とする(図5)。
- 8) 計測部、圧力計測用光ファイバケーブル、温度計測用光ファイバケーブル、複合ケーブルは数十年程度にわたり、メンテナンスフリーで安定してデータ取得が可能であることが望ましい。

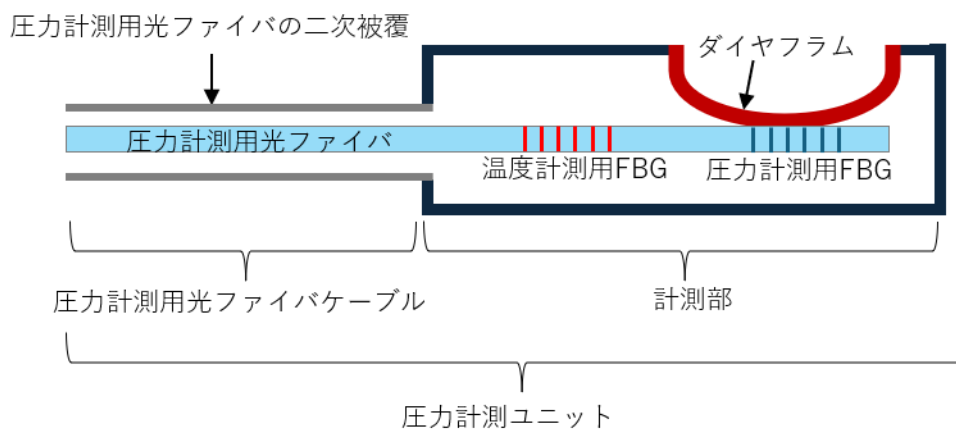


図3 計測部・圧力計測用光ファイバケーブル・圧力計測ユニットの概念図

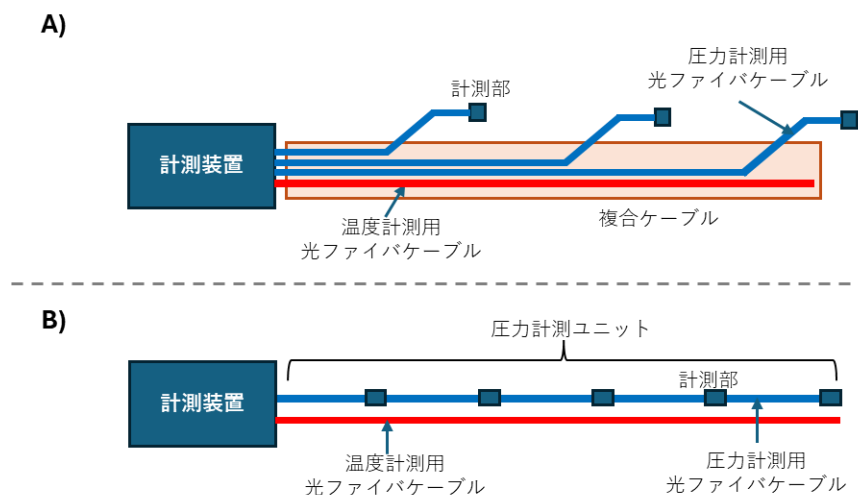


図4 圧力計測用・温度計測用光ファイバケーブルの配線の概念図
 A) 圧力計測用光ファイバケーブルの端部にのみ1個の計測部を設ける場合
 B) 圧力計測用光ファイバケーブルに複数の計測部を設ける場合

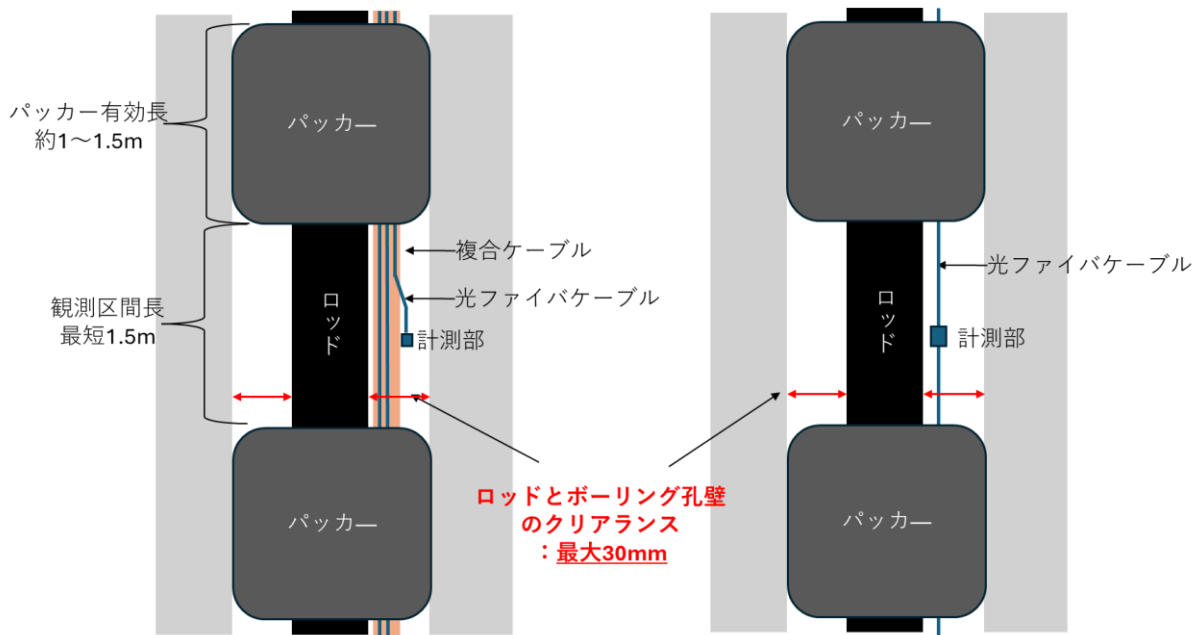


図5 ボーリング孔内部における光ファイバケーブル，計測部，ロッド，パッカーの配置の概念図

2.10.3. 温度計測に関する要求事項

- 1) モニタリング装置を設置するボーリング孔内の地下水温は約15～45℃を想定しているが，裕度を考慮して10℃～60℃を計測可能であること。
- 2) 温度計測用光ファイバケーブルによる温度計測の空間分解能は1m，読み取り分解能は0.5m以下とする。
- 3) 最短の計測時間間隔は1分間以下とする。

2.10.4. 圧力計測に関する要求事項

- 1) モニタリング装置を設置するボーリング孔内の地下水の水圧は大気圧程度～10MPaを想定しているが，圧力の計測上限については裕度を考慮し，最大12.5MPaまで計測可能であること。
- 2) 最短の計測時間間隔は1分間以下とする。

2.10.5. 計測装置に関する要求事項

- 1) 温度・圧力計測ともに計測時間間隔は任意に設定可能であり，最短の計測時間は1分間以下とする。
- 2) 温度計測における空間分解能1m，読み取り分解能0.5m以下での計測に必要な機能を備える。
- 3) 収録データは，CSVファイルもしくはExcelファイルの形式に変換できること。なお，これらの形式への変換はPCなどで行うことでも良い。
- 4) 計測装置の使用環境温度は10～35℃（もしくは同等以上の環境）とする。
- 5) 計測装置の故障などに伴う交換が必要となった場合に，計測装置設置場所での交換作業が数時間～1日以下の短期間で交換が可能であることが望ましい。

2.11. 業務の実施項目

2.11.1. 実施計画書の作成

1.9に記載のとおり。

2.11.2. 個別要領書の作成

1.10 に記載のとおり。

2.11.3. 複合ケーブル・圧力計測ユニット・計測装置などの設計・選定

- 1) 2.10.1～2.10.4 に記載の要求事項を満たすように、複合ケーブル (2.10.2. 6) (1)の構造とする場合)、圧力計測ユニット (2.10.2. 6) (2)の構造とする場合) のいずれかを設計すること。設計にあたっては、以下に示す目標性能を考慮すること。ここで、目標性能とは、温度、圧力の計測において到達することが望ましい性能であり、設計検討に際しては目標性能を満たす、もしくは、これに近い性能に達することを目指すこととする。また、計測の分解能とは有意な差と認められる計測上の最小値、計測精度とは真値と計測値との差が収まる幅とする。
 - (1) 温度計測の分解能は 1℃以下、温度計測の精度は±0.5℃以下とする。
 - (2) 圧力計測の分解能は 10.4kPa (≈1.5psi) 以下、圧力計測の精度は±13.8kPa (≈2psi) 以下とする。
- 2) 温度計測用光ファイバケーブルは 2.10.1～2.10.3 の要求事項を満たすものを選定すること。
- 3) 計測装置は 2.10.5 に記載の要求事項を満たすものを選定すること。
- 4) 設計検討における材料の選定などのために、ダイヤフラムや光ファイバなどの各構成要素や、計測部、圧力計測ユニット、複合ケーブルなどの各構成ユニットの性能確認や動作確認を必要とする場合には、それらを試作し、予備試験を実施すること。
- 5) 予備試験を実施する場合は、安全に高品質で実施できる試験系を受託者にて用意すること。試験に使用する資機材はリース等でも構わない。
- 6) 予備試験を行う場合は、それらの試験内容・試験結果を整理して記録として残すとともに、予備試験結果を機構に報告すること。
- 7) 予備試験を実施する場合は、当日の実施体制、業務実績及びヒヤリハットを含む不適合事象及び翌日の作業予定と実施体制を記載した作業日報を作成すること。受託者は作業日報を作業終了後、遅滞なく監督職員又は技術監理責任者に提出するものとする。
- 8) 設計の結果を設計図書として取りまとめること。設計図書には計測部、光ファイバケーブル、複合ケーブルなどの各構成ユニットの具体的な設計図、選定した部品・資機材、計測装置の仕様、型番などを記載すること。選定した部品・資機材のカタログなどがある場合はそれを添付すること。予備試験を実施した場合は、試験内容・試験結果の資料を設計図書に添付すること。
- 9) 設計図書について機構の確認を得ること。
- 10) 設計図書に受託者が保有するノウハウや知的財産に係る情報を含む場合は、当該箇所を明示するとともに、その取扱いについて機構と確認を行うこと。
- 11) 機構が予備試験への立ち会いを行う場合がある。

2.11.4. 温度・圧力計測に関する性能試験

2.11.4.1. ダイヤフラムが受ける圧力による波長変化の取得

- 1) 圧力計測用 FBG のブラッグ波長は、①ダイヤフラムが受ける圧力によって生じた歪、②ダイヤフラムを含む計測部全体の熱膨張、③温度変化による屈折率変化、の影響を受ける。本項目では、上記①の影響のみによる圧力計測用 FBG のブラッグ波長変化と圧力の関係を求めるための試験を実施する。
- 2) 試験に使用する複合ケーブルまたは、圧力計測ユニットを、2.11.3 の設計図書に基づいて

試作すること。ただし、後述する試験に使用する複合ケーブルもしくは圧力計測ユニットは、必ずしも観測区間 20 区間に対応した計測部を設ける必要はないため、試作する計測部は 5 個とする。また、ケーブル長は試験の実施に必要な十分な長さとする。

- 3) 複合ケーブルとする場合には、試作する計測部は 5 個でよいが、複合ケーブル内部を通過する圧力計測用光ファイバケーブルの本数は 2.11.3 の設計図書の通りとする。例えば、設計図書で、複合ケーブルに束ねる光ファイバケーブルの本数が 20 本の場合は、ここで試作する複合ケーブルも 20 本の光ファイバケーブルを束ねるものとする。ただし、計測部と接合する圧力計測用光ファイバケーブル以外のケーブルについては、2.11.3 の設計図書に示すケーブルと同寸法のダミーケーブルでも良いこととする。また、温度計測用光ファイバケーブルも 2.11.3 の設計図書の通り通過させること。
- 4) 本項目の試験では、以下(1)～(6)を実施すること。
 - (1) 試作した複合ケーブルまたは圧力計測ユニットを水で満たした圧力容器内に設置したうえで、圧力容器内の圧力を調整可能な試験系とすること。圧力容器を恒温室内に設置するなどして、圧力容器内の水温を室温程度で一定に保つこと。個々のダイヤフラムの温度を確認するための独立温度計を設置し、10 秒間隔でダイヤフラムの温度を計測すること。独立温度計は分解能 0.1℃、精度±0.05℃、もしくは同等以上の性能を有するものとする。なお、独立温度計の設置位置は可能な限りダイヤフラムに近い位置とするが、具体的な位置は機構との打合せにおいて決定するものとする。
 - (2) 圧力容器内の圧力を計測するための独立圧力計を設置し、圧力容器内の圧力を 10 秒間隔で計測すること。独立圧力計は分解能 1.04kPa (≈0.15psi)、精度±4.62kPa (≈0.67psi)、もしくは同等以上の性能を有するものとする。独立圧力計の具体的な位置は機構との打合せにおいて決定するものとする。
 - (3) 圧力容器内を室温程度の温度で一定に保った状態で、圧力容器を水で満たし圧力を印加しない状態、0.5MPa、2MPa、4MPa、6MPa、8MPa、10MPa、12.0MPa、12.5MPa の各圧力まで段階的に変化させ、各圧力条件において計測される全ての圧力計測用 FBG のブラッグ波長を計測すること。併せて、温度計測用 FBG のブラッグ波長も計測すること。1 回のデータ取得の計測時間は 1 分間とし、各圧力条件において 10 回の計測を行ってから、次の圧力条件での計測を行うこと。
 - (4) (3)でのブラッグ波長の計測は、独立温度計・独立圧力計で計測される温度・圧力の値が、温度・圧力の設定値に対して可能な限り収束し、単位時間当たりの温度変化および圧力変化が小さくなった状態であることを確認して実施すること。試験データ取得時の独立温度計で計測される温度変化および独立圧力計で計測される圧力変化の許容範囲については、機構との打ち合わせで決定することとする。
 - (5) 上記(3)～(4)の計測は、圧力容器を水で満たし圧力を印加しない状態～12.5MPa までの加圧過程と減圧過程における計測を、各 3 回行うこと。
- 5) 4)の試験は、ダイヤフラム内側に圧力計測用光ファイバの圧力計測用 FBG 部分を接着した状態のパーツを用いて実施することでも構わない。この場合、計測に用いるパーツを 5 個試作すること。
- 6) ダイヤフラムに圧力計測用光ファイバの圧力計測用 FBG 部分を接着した状態のパーツを用いて 4)に相当する試験を実施する場合は、ダイヤフラムのみならず圧力を印加することにより。ただし、その他の条件については、4)の試験と同様とする。
- 7) 4)または 6)の試験において計測された個々の圧力計測用 FBG と温度補正用 FBG のブラッグ波長の差を取る。その差と、独立圧力計で計測された圧力のプロットの回帰直線の近似式を求めること。
- 8) 4)または 6)の試験を実施するための試験環境は、本仕様を満足する品質のデータが取得で

き、かつ安全に実施できる試験系を受託者にて用意すること。なお、性能試験に使用する資機材はリースなどでも構わない。

- 9) 本項の試験を実施する際は、当日の実施体制、業務実績及びヒヤリハットを含む不適合事象及び翌日の作業予定と実施体制を記載した作業日報を作成すること。受託者は作業日報を作業終了後、遅滞なく監督職員又は技術監理責任者に提出するものとする。
- 10) 本項の試験について、機構が立ち会いを行う場合がある。

2.11.4.2. 計測部の温度変化によるブラッグ波長変化の計測

- 1) 圧力計測用 FBG のブラッグ波長の変化は、①ダイヤフラムが受ける圧力によって生じた歪、②ダイヤフラムを含む計測部全体の熱膨張、③温度変化による屈折率変化、の影響を受ける。本項目では、上記②③の影響のみによる圧力計測用 FBG のブラッグ波長変化、③の影響のみによる温度補正用 FBG のブラッグ波長変化を確認するための試験を実施する。
- 2) 本項の試験に使用する複合ケーブル、もしくは圧力計測ユニットは、2.11.4.1 の試験で使用した試作品を用いること。
- 3) 2.11.4.1 において、ダイヤフラムに圧力計測用光ファイバの圧力計測用 FBG 部分を接着した状態のパーツを用いて試験を行った場合は、そのパーツを用いて本項の試験に使用する計測部を 5 個試作し、計測部のみを用いて試験を実施することでもよい。
- 4) 本項の試験では、以下(1)～(7)を実施すること。
 - (1) 恒温槽の中に複合ケーブル、圧力計測ユニット、計測部のみのいずれかを設置した状態で試験を実施すること。ここで使用する恒温槽は、内部空間の温度制御が可能であり、かつ、内部空間の温度が変化しても圧力が大きく変化しない設備とすること。恒温槽内は閉鎖系、もしくは大気圧開放系を問わない。
 - (2) 個々のダイヤフラムの温度を確認するための独立温度計を設置し、10 秒間隔で計測すること。独立温度計は分解能 0.1℃、精度±0.05℃、もしくは同等以上の性能を有するものとする。なお、独立温度計の設置位置は可能な限りダイヤフラムに近い位置とするが、具体的な位置は機構との打合せにおいて決定するものとする。
 - (3) 恒温槽内の圧力を、分解能 1.04kPa (≈0.15psi)、精度±4.62kPa (≈0.67psi) (もしくは同等以上) で計測可能な独立圧力計を用いて、10 秒間隔で計測すること。独立圧力計の具体的な設置位置は機構との打合せにおいて決定するものとする。
 - (4) 恒温槽内の温度を 10℃、20℃、30℃、40℃、50℃、60℃の各温度に段階的に変化させ、各温度条件において計測される圧力計測用 FBG、温度補正用 FBG のブラッグ波長変化をそれぞれ計測すること。1 回のデータ取得の計測時間は 1 分間とし、各温度条件において 10 回の計測を行ってから、次の温度条件での計測を行うこと。
 - (5) (4)の計測は、10℃～60℃までの昇温過程と降温過程の計測を、各 3 回行うこと。
 - (6) 各温度条件において、個々の独立温度計で計測される温度が設定温度に可能な限り収束し、単位時間当たりの温度変化が小さくなった状態で試験データを取得すること。試験データ取得時の独立温度計で計測される温度変化の許容範囲は、機構との打ち合わせの上で決定することとする。
 - (7) (4)のデータ取得期間中は、恒温槽内部の圧力が大きく変化していない (±6.89kPa (≈1psi) 程度の変化である) ことを確認すること。
- 5) 4)の試験で得られた個々の計測値について、個々の圧力計測用 FBG と温度補正用 FBG のブラッグ波長の差を取る。そのうえで、その差と独立温度計で計測された温度のプロットから得られる回帰直線の近似式を求めること。
- 6) 同様に、全ての独立温度計による計測温度と、全ての温度補正用 FBG のブラッグ波長変

化のプロットを用いて回帰直線の近似式を求めること。

- 7) 本項の試験を実施するための試験環境は、安全に高品質で実施できる試験系を受託者にて用意すること。試験に使用する設備や資機材はリースなどでも構わない。
- 8) 本項の試験を実施する際は、当日の実施体制、業務実績及びヒヤリハットを含む不適合事象及び翌日の作業予定と実施体制を記載した作業日報を作成すること。受託者は作業日報を作業終了後、遅滞なく監督職員又は技術監理責任者に提出するものとする。
- 9) 本項の試験について、機構が立ち会いを行う場合がある。

2.11.4.3. 圧力計測に関する性能評価

- 1) 2.11.4.1 で得られた近似式を用いて、2.11.4.1 の各設定圧力において個々の計測部で計測された圧力を求めること。その際、2.11.4.2 の結果を用いて、ダイヤフラムを含む計測部全体の熱膨張の影響を補正すること。
- 2) 1)で得られた全ての圧力の計測値について、独立圧力計で計測された圧力値を真値 (T) と仮定し、全計測値について、式(1)で表される平均誤差 (μ_{error}) を求めること。

$$\mu_{error} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - T) \quad \cdots \text{式(1)}$$

ここで x_i は各計測値、 T は真値、 n は計測回数である。

併せて、1)で得られた計測値について、各圧力条件における標準偏差(1σ)および 2σ 、 3σ を求めること。各圧力条件で求めた標準偏差のうちの最大値 (σ_{max}) を用いて、以下の式(2)で表される最大誤差の推定値 (E_{max}) を求めること。

$$E_{max} = |\mu_{error}| + k\sigma_{max} \quad (k = 1, 2, 3) \quad \cdots \text{式(2)}$$

その値について、2.11.3. 1) (2)に記載の目標性能である圧力計測の精度 $\pm 13.8\text{kPa}$ ($\approx 2\text{psi}$) との比較を行うこと。

- 3) 2.11.4.1 で得られた近似式を用いて、計測装置で計測可能な最小のブラッグ波長変化量に相当する圧力変化量を求めること。この値を圧力計測の分解能として、2.11.3.1) (2)に記載の圧力計測の分解能 10.4kPa ($\approx 1.5\text{psi}$) の要求性能に達しているかを確認すること。
- 4) 2)および3)において、目標性能に達しなかった場合は、その要因を検討するとともに目標性能に到達するための改善案を提案すること。

2.11.4.4. 複合ケーブル・圧力計測ユニットの動作確認

- 1) 2.11.4.1 の試験で使用した複合ケーブル、もしくは圧力計測ユニットを用いて以下の試験を行うこと。
- 2) 2.11.4.1 の試験で複合ケーブルもしくは圧力計測ユニットを試作していない場合は、2.11.3 の設計図書に基づいて複合ケーブルもしくは、圧力計測ユニットを試作すること。本項の試験に使用する複合ケーブルもしくは圧力計測ユニットは、必ずしも2.11.3 の設計図書の通りに20区間での計測に対応した数の計測部を設ける必要はないため、試作品に設置する計測部は5個とする。ただし、複合ケーブル内部を通過する圧力計測用光ファイバケーブルの本数は2.11.3 の設計図書の通りとすること。例えば、設計図書で、複合ケーブルが束ねる光ファイバケーブル本数が20本の場合は、ここで試作する複合ケーブルも20本の光ファイバケーブルを束ねたものとする。なお、計測部と接合する圧力計測用光ファイバケーブル以外のケーブルについては、2.11.3 の設計図書に示すケーブルと同寸法のダミーケーブルでも良いこととする。また、試作品のケーブル長は試験の実施に必要な十分な長さとする。

- 3) 本項の試験では、以下(1)~(6)を実施すること。
- (1) 2.11.4.1 の試験系と同様に、複合ケーブルもしくは圧力計測ユニットのいずれかを水で満たした圧力容器に設置したうえで、圧力容器内の圧力を調整可能な試験系とすること。試験中の圧力容器内の圧力変動を抑えるために、アキュムレータ等のバッファ装置を使用しても良い。
 - (2) 圧力容器を恒温室内に設置するなどして、圧力容器内の温度を任意の温度に調整可能とすること。
 - (3) 個々の計測部の温度を確認するための独立温度計を設置し、10 秒間隔でダイヤフラム近傍の温度を計測すること。独立温度計の性能は分解能 1℃、精度±0.5℃、あるいは同等以上の性能を有するものとする。なお、独立温度計は可能な限りダイヤフラムに近い位置に設置することとするが、具体的な位置は機構との打合せで決定するものとする。
 - (4) 圧力容器内の圧力を、分解能 1.04kPa (≈0.15psi)、精度±4.62kPa (≈0.67psi) の性能 (あるいは同等以上の性能) を有する独立圧力計を用いて、10 秒間隔で計測すること。なお、独立圧力計の設置位置は機構との打合せにおいて決定するものとする。
 - (5) 表 1 のように、圧力容器内の温度を、①20±3℃、②40±3℃、③55℃以上～60℃以下、の三段階の温度条件とした状態で、圧力容器内を水で満たした状態 (圧力を印加しない状態)、6±0.5MPa、12±0.5MPa の各圧力に段階的に変化させ、個々の計測部で圧力を計測すること。1 回の計測時間は 1 分間とし、各圧力条件で 25 回の計測を行ってから、次の圧力条件での計測を行うこと。
 - (6) 表 1 のように、(5)の計測は、①～③の各温度条件において、圧力容器を水で満たした状態 (圧力を印加しない状態) ～12.5±0.5MPa 程度までの加圧過程と減圧過程における計測を、各 3 回行うこと。
 - (7) (5)～(6)は、計測中の試験系内の圧力・温度が設定値に対してある程度の変動することを許容するものとする。許容する変動の程度については、機構との打ち合わせの上で決定することとする。
- 4) 3)で得られた圧力の計測値について、独立圧力計で計測された圧力を真値として、温度・圧力条件の組み合わせごと (例: 20℃・12MPa 条件) の圧力計測値、全計測値、のそれぞれについて、式(1)により平均誤差 (μ_{error}) を求めること。そのうえで、それらを比較し、温度条件による平均誤差の傾向の有無、および傾向がある場合はその特性を確認すること。
 - 5) 3)で得られた圧力の計測値について、温度・圧力条件の組み合わせごとの圧力計測値の標準偏差(1 σ)および 2 σ 、3 σ を求めること。そのうえで、それらを比較し、温度・圧力条件による平均誤差の傾向の有無、および傾向がある場合はその特性を確認すること。
 - 6) 4)で得られた各温度・圧力条件での平均誤差 (μ_{error}) の最大値、および 5)で得られた各温度・圧力条件での標準偏差(σ_{max})の最大値を用いて、式(2)で表される最大誤差の推定値 (E_{max}) を求めること。そのうえで、それらの値が 2.11.4.3. 2)で確認された精度と同様であるかを確認すること。
 - 7) 3)の試験中の圧力計測の動作に異常が確認された場合や、4)~6)の結果で平均誤差や標準偏差に温度・圧力条件による傾向やその特性がみられた場合、6)において 2.11.4.3 で確認された精度に達しなかった場合は、その要因を検討するとともに改善案を提案すること。
 - 8) 試験を実施するための試験環境は、安全に高品質で実施できる試験系を受託者にて用意すること。試験に使用する設備や資機材はリースなどでも構わない。
 - 9) 本項の試験を実施する際は、当日の実施体制、業務実績及びヒヤリハットを含む不適合事象及び翌日の作業予定と実施体制を記載した作業日報を作成すること。受託者は作業日報を作業終了後、遅滞なく監督職員又は技術監理責任者に提出するものとする。

10) 本項の試験について、機構が立ち会いを行う場合がある。

表 1 複合ケーブル・圧力計測ユニットの動作確認における温度・圧力計測の計測条件

	温度	圧力の段階変化	各圧力段階での計測回数	昇圧・減圧過程の繰り返し回数
①	20℃程度	圧力容器内を水で満たした状態(水圧の印加なし), 6±0.5MPa, 12±0.5MPa	25回	3回
②	40℃程度	圧力容器内を水で満たした状態(水圧の印加なし), 6±0.5MPa, 12±0.5MPa	25回	3回
③	55℃以上～60℃以下	圧力容器内を水で満たした状態(水圧の印加なし), 6±0.5MPa, 12±0.5MPa	25回	3回

2.11.4.5. 温度計測に関する性能試験

- 1) 2.11.3 で選定した温度計測用光ファイバケーブルについて、試験の実施に必要な十分な長さを用意すること。光ファイバケーブル終端部の反射などが試験でのデータ取得区間での計測結果に影響を与えないように、光ファイバケーブルの終端部側に余長を設ける、反射防止処理を行うなど適切な処理を行うこと。なお、本項目でデータ取得の対象とするのは、図 6 の概念図のように、恒温槽内部の任意の 1m 区間 (以下、区間 A)、および、ケーブルの恒温槽通過部を中心とする 2m 区間 (以下、区間 B)、とする。併せて、2.11.3 で選定した計測装置を用意すること。
- 2) 温度計測用光ファイバを複合ケーブルに束ねる場合 (2.10.2.6) (1) の構造とする場合のみ) は、A 区間および区間 B を含む本試験に必要な長さ分を、2.11.3 の設計図書に基づく複合ケーブルとすること。なお、本試験では圧力の計測を行わないことから、この複合ケーブル部に計測部を設ける必要はないが、2.11.3 の設計通りの本数の圧力計測用光ファイバケーブル、もしくは 2.11.3 の設計図書に示すケーブルと同寸法のダミーケーブルを通過させること。
- 3) 本試験は、恒温槽など内部の温度調整が可能な設備を用いて実施すること。
- 4) 温度計測用光ファイバケーブルの区間 A および区間 B を、図 6 のように恒温槽などに設置すること。このとき、独立温度計を区間 A および区間 B に、図 6 のように 0.5m 間隔で、合計 8 か所に設置し、10 秒間隔で計測すること。独立温度計は分解能 0.1℃、精度 ±0.05℃ の性能、もしくは同等以上の性能を有するものとする。
- 5) 本項目の試験では、以下(1)～(3)を実施すること。
 - (1) 試験開始前に、温度計測用光ファイバケーブルの実際の延長距離と計測装置で表示される距離のズレを補正すること。
 - (2) 恒温槽内の温度を 10℃、20℃、30℃、40℃、50℃、60℃ の各温度に段階的に変化させ、区間 A について、空間分解能 1m、1 回の計測における計測時間を 1 分間、読み取り分解能 0.5m として計測を行うこと。各温度条件において 10 回の計測を行ってから、次の温度条件での計測を行うこと。
 - (3) 各温度条件において、個々の独立温度計で計測される温度が設定温度に可能な限り収束し、単位時間当たりの温度変化が小さくなった状態で試験データを取得すること。試験データ取得時の独立温度計で計測される温度変化をどの程度まで許容するかについては、機構との打ち合わせの上で決定することとする。
 - (4) 10℃～60℃ までの昇温過程と降温過程における計測を、各 3 回行うこと。
- 6) 5) の試験のうち、区間 A の計測値を用いて、温度条件ごとに標準偏差 (1σ) および、2σ、

3 σ を求めること。そのうえで、それらの値と 2.11.3. 1)に記載の目標性能の分解能 (1°C) との比較を行うこと。

- 7) 5)の試験のうち、区間 A の計測値について、独立温度計で計測された温度を真値として、2.11.4.3 の式(1)により平均誤差 (μ_{error}) を求めたうえで、式(2)で表される最大誤差の推定値 (E_{max}) を求めること。そのうえで、その値が 2.11.3. 1)に記載の目標性能である温度計測の精度 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) との比較を行うこと。
- 8) 6), 7) で目標性能の精度, 分解能に達しなかった場合は、その要因を検討するとともに目標性能に到達するための改善案を提案すること。
- 9) 恒温槽内部の温度 60°Cでの計測において、区間 B で取得された 0.5m 間隔の計測値と、独立温度計で取得された 0.5m 間隔の計測値、および区間 B の位置関係を例えば図 6 下のグラフのように整理・比較し、独立温度計で計測された恒温槽内外の温度差の 10~90%の温度変化を示す区間の距離が 1m 以下であることを確認すること。ここでは、1m の区間以内で上記の温度変化を示すことで 2.10.3. 2)に記載の目標性能である空間分解能 1m に達したとみなす。
- 10) 試験中に所定の温度から次段階への昇温中もしくは降温中において、独立温度計で計測される温度と温度計測用光ファイバで計測される温度の差を確認すること。
- 11) 試験を実施するための試験環境は、安全に高品質で実施できる試験系を受託者にて用意すること。試験に使用する設備や資機材はリースなどでも構わない。
- 12) 本項の試験について、機構が立ち会いを行う場合がある。

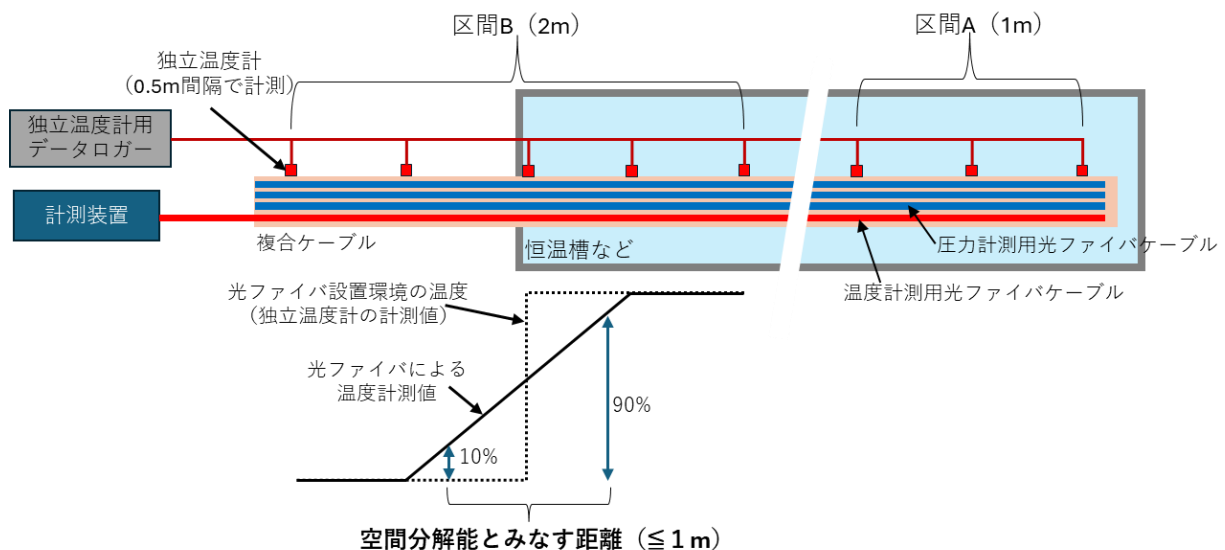


図 6 温度計測に関する性能試験に関する試験系及び空間分解能確認方法の概念図
(図は複合ケーブルの場合)

2.11.5. 複合ケーブル・圧力計測ユニットの止水性能試験

2.11.5.1. 12.5MPa での止水性能試験

- 1) 2.11.3 の設計に基づき、複合ケーブルもしくは圧力計測ユニットを試作し、12.5MPa の耐圧性能を確認するための試験を実施する。ケーブル長は試験に必要な長さとし、計測部を 5 個設置すること。
- 2) 複合ケーブルとする場合には、試作する計測部は 5 個でよいが、複合ケーブル内部を通過する圧力計測用光ファイバケーブルの本数は 2.11.3 の設計図書の通りとする。例えば、設

計図書で、複合ケーブルに束ねる光ファイバケーブルの本数が 20 本の場合は、ここで試作する複合ケーブルも 20 本の光ファイバケーブルを束ねるものとする。ただし、計測部と接合する圧力計測用光ファイバケーブル以外のケーブルについては、2.11.3 の設計図書に示すケーブルと同寸法のダミーケーブルでも良いこととする。また、温度計測用光ファイバケーブルも 2.11.3 の設計図書の通り通過させること。

- 3) 図 7 のように圧力容器内部を水で満たし、圧力容器内部の水圧を調整可能な試験系とすること。試験中の圧力容器内の圧力変動を抑えるために、アキュムレータ等のバッファ装置を使用すること。
- 4) 複合ケーブルもしくは圧力計測ユニットを、図 7 の A) のように圧力容器を通過させた状態、もしくは図 7 の B) のように片端部に本試験のための止水箇所を設けたうえで、水で満たした圧力容器の中に入れた状態で設置すること。
- 5) 例えば図 7 の B) のように、圧力計測ユニットおよび複合ケーブル全体を試験系に入れる場合は、片端部を 12.5MPa 以上の印加に対して有効な方法で止水すること。
- 6) 本項目は、2.11.4.4 で使用した複合ケーブルもしくは圧力計測ユニットを用いて実施することでもよい。
- 7) 圧力容器内の圧力を、1.04kPa (≈0.15psi)、精度±4.62kPa (≈0.67psi) の性能（あるいは同等以上の性能）を有する独立圧力計を用いて、1 分の時間間隔で計測すること。なお、独立圧力計の設置位置は機構との打合せにおいて決定するものとする。
- 8) 圧力容器内を 12.5MPa に保った状態で 14 日間以上にわたり加圧し、複合ケーブルもしくは圧力計測ユニット内部への漏水がないことを目視などにより確認すること。
- 9) 試験の結果、複合ケーブルもしくは圧力計測ユニット内部への漏水が確認された場合は、その要因を検討するとともに止水性能を確保するための改善案を提案すること。
- 10) 試験を実施するための試験環境は、安全に高品質で実施できる試験系を受託者にて用意すること。試験に使用する設備や資機材はリースなどでも構わない。
- 11) 本項の試験を実施する際は、当日の実施体制、業務実績及びヒヤリハットを含む不適合事象及び翌日の作業予定と実施体制を記載した作業日報を作成すること。受託者は作業日報を作業終了後、遅滞なく監督職員又は技術監理責任者に提出するものとする。
- 12) 本項の試験について、機構が立ち会いを行う場合がある。

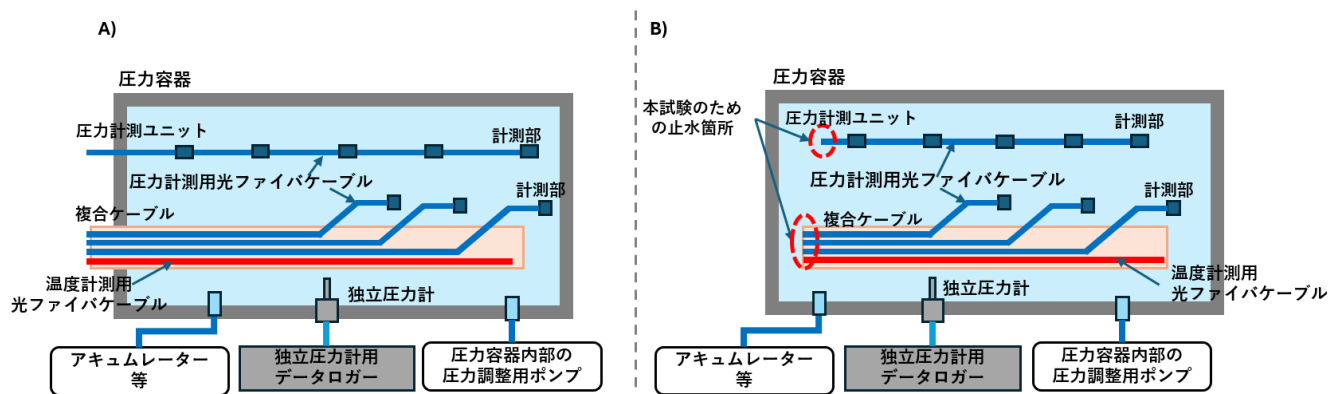


図 7 12.5MPa の止水性能試験のための試験系の概念図

- A) 圧力計測ユニット・複合ケーブルが圧力容器を通過する場合
- B) 圧力計測ユニット・複合ケーブルを圧力容器に入れる場合

2.11.5.2. 3MPa での止水性能試験

- 1) 複合ケーブル内部への地下水の浸入を許容する構造を採用した場合 (2.10.2.6) (1)⑤の場合) は、3MPa の圧力条件における複合ケーブルの止水構造の耐圧性能を確認するための

試験を実施する。なお、本項目は、複合ケーブル内部への地下水の浸入を許容する構造とした場合のみ実施すること。

- 2) 試験系の概念図を図 8 に示す。圧力容器内を水で満たしたうえで、図 8 の A) のように複合ケーブルが圧力容器を通過した状態、もしくは図 8 の B) のように複合ケーブルを切断した状態の試作品を使用する場合は両端の切断箇所を 3MPa 以上の印加に対して有効な方法で止水した状態で圧力容器の中に設置すること。
- 3) 図 8 の B) のように、2.11.3 の設計とは異なり、複合ケーブルを切断した状態の試作品を試験系に入れる場合は、それらを 5 個試作し、図 8 の B) のように両端の切断箇所を 3MPa 以上の印加に対して有効な方法で止水するとともに、止水箇所の間は中空とすること。この試作品に計測部をつける必要はない。また、複合ケーブル内部を通過させるケーブル本数は 2.11.3 の設計通りとするが、圧力計測用光ファイバケーブルでなくとも、2.11.3 の設計図書に示すケーブルと同寸法のダミーケーブルでも良いこととする。
- 4) 本項目は、2.11.4.4 で使用した複合ケーブルもしくは圧力計測ユニットを用いて実施することでもよい。
- 5) 圧力容器内の圧力を、分解能 1.04kPa (≈0.15psi)、精度 ±4.62kPa (≈0.67psi) の性能（あるいは同等以上の性能）を有する独立圧力計を用いて、1 分の時間間隔で計測すること。なお、独立圧力計の設置位置は機構との打合せにおいて決定するものとする。
- 6) 圧力容器内を 3MPa に保った状態で、14 日間以上にわたり加圧し、複合ケーブルもしくは圧力計測ユニット内部への漏水がないことを目視などにより確認すること。
- 7) 試験の結果、複合ケーブルもしくは圧力計測ユニット内部への漏水が確認された場合は、その要因を検討するとともに止水性能を確保するための改善案を提案すること。
- 8) 試験を実施するための試験環境は、安全に高品質で実施できる試験系を受託者にて用意すること。試験に使用する設備や資機材はリースなどでも構わない。
- 9) 本項の試験を実施する際は、当日の実施体制、業務実績及びヒヤリハットを含む不適合事象及び翌日の作業予定と実施体制を記載した作業日報を作成すること。受託者は作業日報を作業終了後、遅滞なく監督職員又は技術監理責任者に提出するものとする。
- 10) 本項の試験について、機構が立ち会いを行う場合がある。

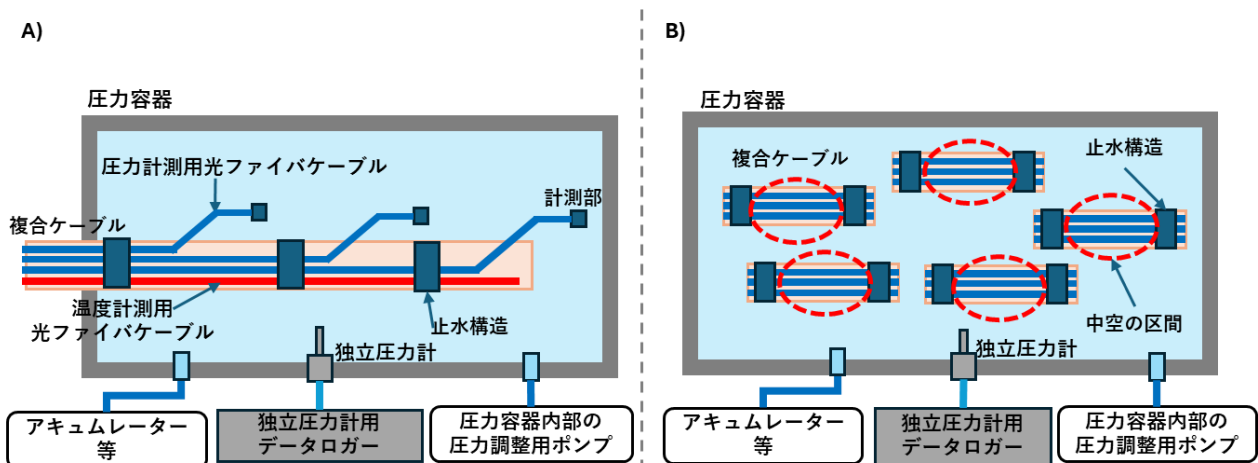


図 8 3MPa での止水性能試験のための試験系の概念図

A) 複合ケーブルが圧力容器を通過する場合

B) 複合ケーブルを圧力容器に入れる場合

2.11.6. 会議・打合せ

1.12 に記載の通り。

2.11.7. 委託成果報告書の作成

- 1) 委託成果報告書は機構より提供する「業務委託及び役務調達における技術報告書作成標準」に従い作成すること。
- 2) 本業務での全ての検討・実施内容、性能確認方法とその結果を委託成果報告書に取りまとめること。以下の検討内容を委託報告書に含めること。
 - (1) 設計、試作、試験などの実施を通じて得られた、計測部や圧力計測ユニット、複合ケーブルの設計・構造上の課題および改良案
 - (2) 全ての試験結果等から考察される、高温環境および高圧環境での計測における、温度・圧力計測の分解能および精度の変化の傾向の有無、傾向がある場合はその要因と改良案
 - (3) 圧力計測用および温度計測用光ファイバケーブルを用いた深度 1,000m での計測を想定した、温度・圧力計測の分解能および精度の低下に関する検討
 - (4) その他、全ての計測結果から考察される、温度・圧力計測上の課題および改良案
- 3) 設計図書およびそれらの添付資料は、業務委託成果報告書の添付資料とすること。
- 4) 委託成果報告書（添付資料を含む）のドラフトは、2.6.1)に記載の期限までに機構に提出し、機構の確認を得たうえで、機構からのコメントなどがあつた場合は対応すること。ドラフトは電子媒体で提出すること。

2.12. 成果物

受託者は、以下 1)~2)の成果物として以下を「2.6 納期」に定める期限内に提出しなければならない。

- 1) 委託成果報告書
 - (1) 委託成果報告書は機構より提供する「業務委託及び役務調達における技術報告書作成標準」に従い作成すること。
 - (2) 作成した委託成果報告書については製本 1 部及び電子媒体 1 部を提出すること。
 - (3) 委託成果報告書に掲載した図表などのデジタルデータについて、機構で編集が可能なデータ形式（マイクロソフト PowerPoint, Excel, Word, Adobe Illustrator）とし、電子媒体（BD-R または HDD）に保存し 1 部提出すること。上記以外のデータ形式を用いる場合は事前に機構の承諾を得ること。
- 2) 試作した圧力計測ユニットなど
 - (1) 試作した圧力計測ユニットなどの一式を成果物として納品すること。
 - (2) 予備試験や性能試験に係る試験系のうち、本業務で受託者が新たに製作した試験系がある場合は、その試験系一式を成果物として納品すること。
 - (3) 上記(1)(2)の成果品のそれぞれについて、納品物品の一覧を作成し、併せて機構に提出すること。
 - (4) 上記(1)(2)の成果品は、納品物の保管・出し入れなどが容易となるように、それぞれを別の容器に入れた状態で納品すること。
 - (5) 上記(1)(2)の成果品の納品場所は、以下の場所を想定すること。なお、本業務の終了時までに、納品場所が変更になることも有り得る。その場合は、契約図書に基づいて契約変更などを適切に行うものとする。

〒303-0046

茨城県常総市内守谷町きぬの里 3-39-1

ロイスティード東日本株式会社 柏営業所 守谷出張所

3. 知的財産の取り扱い

知的財産権，ノウハウ情報，秘匿の既存技術などの取扱いについては，以下の対応を基本とするが，これらが困難な場合は，別途協議するものとする。

- 1) 本業務の遂行において受託者が有する知的財産，経験，ノウハウ，著作物などを利用する必要がある場合は，企画書に明確にすること。なお，企画書に受託者が有する知的財産，経験，ノウハウ，著作物などを記載する可能性が有る場合は，事前に企画書に係る守秘義務契約の締結などを申し入れることができるものとし，その覚書（案）などを受託者が準備するものとする。また，覚書（案）については，機構により修正ができるものとする。
- 2) 受託者が有する知的財産，経験，ノウハウ，著作物などの記載は，明らかに受託者以外にそれを製造，利用できない技術などについては，その概要が分かる程度でもよいものとする。
- 3) 本業務の契約締結後に，本業務の遂行において，受託者が保有する知的財産，経験，ノウハウ，著作物などの追加利用が必要な場合は，それが本業務において新たに開発されたものではないことを提示する必要がある。
- 4) 本業務の遂行においての設計において秘匿すべき情報については，機構と協議したうえで秘匿情報として取扱うことができるものとする。なお，秘匿情報とは，既に受託者が保有する技術やノウハウなどで，かつその技術の特許として公開していないものを対象とし，本業務で新たに創出された技術は，機構と協議して対応するものとする。
- 5) 既に受託者が有する知的財産，経験，ノウハウ，著作物などで，大幅な変更を生じない場合（たとえば，サイズや容量を大きくすること，同等品以上の製品や部品に置き換えることなど）は，本業務での成果ではなく，受託者の保有する既存技術とする。
- 6) 上記以外で本業務において得られた知的財産，経験，ノウハウ，著作物などは，本業務の成果として取り扱うものとする。

4. 特記事項

- 1) 受託者は，本仕様書に記載されている事項について疑義が生じた場合には，機構に協議書を提出のうえ，機構と協議し，その決定に従うものとする。
- 2) 機構が既に行った調査資料で，本業務に必要なものは随時提供する。ただし提供する情報が秘密情報に該当する場合は「1.14 守秘義務」を順守しなければならない。
- 3) 本業務において作成する作業日報は，当日の実施体制，業務実績及びヒヤリハットを含む不適合事象及び翌日の作業予定と実施体制を記載するものとする。受託者は作業日報を作業終了後，遅滞なく監督職員又は技術監理責任者に提出するものとする。
- 4) 「1.9 実施計画書の作成」に記載された項目のうち，業務上該当しないものについては，該当しない理由を示したうえで，実施計画書に「該当項目なし」と記載すること。
- 5) 受託者は，機構が通常実施権を有する知的財産を使用して業務を実施する場合には，機構に対し，当該知的財産の通常実施権の許諾を申請すること。
- 6) 受託者は，本業務に係る特許又は実用新案の出願又は申請をする場合は，あらかじめ出願又は申請に際して提出すべき書類の写しを添えて，機構に通知すること。

以 上

実施責任者／現場代理人届（例）

20〇〇年 月 日

原子力発電環境整備機構 技術部長

受託者：
名称：
氏名： ⑩

下記業務に係る実施責任者／現場代理人を任命しましたので経歴書を添えてお知らせします。

記

1. 件名 ○〇〇〇
2. 実施責任者／現場代理人 ○〇〇〇
3. 経歴 別添

業務特性に応じて、記載事項を適宜修正して使用すること。

以上

経歴書

氏 名：
生年月日： 年 月 日生

学 歴

年 月
年 月

職 歴

年 月
年 月

主な業務経歴

年 月
年 月
年 月

資 格

年 月
年 月
年 月
年 月

以 上

主任技術者／管理技術者届（例）

20〇〇年 月 日

原子力発電環境整備機構 技術部長

受託者：
名称：
氏名： ⑩

下記業務に係る主任技術者／管理技術者を任命しましたので経歴書を添えてお知らせします。

記

1. 件名 ○○○○
2. 主任技術者／管理技術者 ○○○○
3. 経歴 別添

業務特性に応じて、記載事項を適宜修正して使用する。

以上

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

経歴書

氏 名：
生年月日： 年 月 日生

学 歴

年 月
年 月

職 歴

年 月
年 月

主な業務経歴

年 月
年 月
年 月

資 格

年 月
年 月
年 月
年 月

以 上

議事録

機構技術部					受託者					作成年月日
				担当					担当	年 月 日
件名					作成者					
日時	年 月 日 () : ~ :				場所					
出席者					添付資料					
議事内容									懸案事項処理	
									処理箇所	処理時期
【合意事項】										
【内容】										

3 受託者は、作成・押印し電子化したものをメール等にて機構に送付し、機構の確認を得ることを可とする。
4 機構はメールにて受領したものを印刷し確認押印したものをメール等にて受託者に送付する

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

回 答 書

年 月 日

〇〇〇〇〇

〇〇 〇〇 殿

(作成者)

所属 :

責任者氏名 : 印

委託件名 :

件名 :

〇〇-協議-〇〇 (〇〇〇〇年〇月〇日付) において協議した上記内容について、下記のとおり回答する。

記

以上

13
14

情報の取扱いに伴うチェック票

機構との契約に係る秘密情報（個人情報、技術開発情報等）の取扱い状況について確認して下さい（枠線の箇所に記入してください。）

件名		契約期間	
会社名		実施責任者または現場代理人	印

【確認欄の記入要領】

- ① 着手前（契約締結時）：本件の関係者に周知した日付を記入してください。
 - ・ 複数回周知する場合は、初回に周知した日付で構いません。
 - ・ 本件から対象外となる項目は「-」を記入してください（対象外となる場合は、着手前に機構の確認を得た後に備考欄にその理由を記載してください）。
- ② 完了時
 確認項目の実施結果を記入してください。
 ○：実施した（項目3については、保管期間満了後に削除する予定のものも含む。）
 -：対象外

No	確認項目	確認欄	
		①着手前	②完了時
1	本件に係る秘密情報は、執務室の施錠やキャビネットへの施錠保管等の物理的措置を講じて保管できている		
2	SNS を用いて本件に係る秘密情報を不特定多数へ拡散させる行為や、サイバー攻撃に、関係者が関わらないよう、従事者の情報管理教育を含めた必要な措置を講じている		
3	本件に係る電子データは、パスワード設定やシステムへのアクセス権限設定（ID・パスワードの付与）等の技術的措置を講じている		
4	本件に係る情報の目的外利用を防止するために、情報が不要となった時点で、情報の削除または返却する措置を講じている		
5	本件に係るすべての電子データは、ウィルス対策ソフトを最新の状態に更新したパソコン、タブレット端末等で扱うように措置を講じている		
6	個人的に所有するパソコン、タブレット端末、外部記憶媒体（外付けハードディスク、USBメモリ、メモ리카ード、CD-R）等で本件に係るすべての電子データを取扱わない		
7	本件に係るすべての電子データは、ファイル共有ソフトが導入されたパソコン、タブレット端末等では取扱わない		
8	本件に係る秘密情報の漏洩・消失対策、バックアップ対策及びバックアップ情報の秘密保持のために必要な措置を講じている		
9	本件の再委託先に対して、上記と同様の事項について確認する		

本チェック票は業務完了後、機構担当箇所へ提出してください。

備考（対象外の項目がある場合、その理由を記載する）

- ・ 機構は情報を渡す際や打合せの際等、受託者には折に触れて情報管理の徹底をお願いするとともに、受託者の情報管理状況について口頭等で確認する。
- ・ 機構は技術部長の承認後、本チェック票を当該件名に関する書類とともに保管する

機構確認欄		
技術部長	GM	担当者