

燃料装荷バスケット及びプラグ検知用圧力検知器の  
不具合に関する処置  
(業務報告)

2000年5月

核燃料サイクル開発機構  
東 海 事 業 所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)  
2000

2000年 5月

燃料装荷バスケット及びプラグ検知用圧力検知器の  
不具合に関する処置  
(業務報告)

大谷 吉邦 岩渕 弘樹 伊藤 信一  
田中 真 所 武司

要 旨

平成9年に施設・設備等に係わる問題点を自ら洗い出す方針で全社的な安全総点検が実施され、このなかで燃料装荷バスケット及びプラグ検知用圧力検知器の不具合についてを摘出した。この不具合については、原子炉等規制法に基づく許認可手続きを経て工事を実施し平成11年9月に処置を終了している。

一方で、本件は安全総点検で摘出された事項のなかでも特に報道機関・市民団体等の関心が高く、適宜種々の問い合わせに対応してきているところである。

本報告書は、上記の経緯を踏まえ事実を整理し正しい情報の継承を図ることを目的として、不具合発生から処置に至る対応全般についてを総括的に取りまとめたものである。

## Measures for the Failure of Pressure Detectors for Dissolver Baskets and Plugs

Yoshikuni Otani , Hiroki Iwabuchi , Shinichi Ito  
Makoto Tanaka and Takeshi Tokoro

### Abstract

Safety review for the whole facilities and equipments of the Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) was carried out in order to dig up their problems voluntarily in 1997, and the failure of pressure detectors making sure that dissolver baskets and plugs were in each right position was taken out from these investigations. An improving treatment for this failure finished in September,1999, after legal formalities with the Law for the Regulations for Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reactors had been completed.

While many problems were taken out from the safety review, on the other hand mass media and citizen groups particularly took an interest in this detector's trouble which concerned criticality safety of the dissolver unit. Consequently we have been replaying to various questions from them.

For the purpose of being sure to keep accurate facts of this trouble and handing down these information, general countermeasure covered from occurrence of this trouble to completion of improving work was described.

---

Mechanical Treatment Section, Reprocessing Operation Section, Tokai Reprocessing Center

## 目 次

1. はじめに	1
2. 作動不調の状況	2
3. 運転対応	3
4. 圧力検知器の不具合と許認可との関係について	4
4.1 設置承認申請書について	4
4.2 設工認について	4
4.3 定期検査について	5
4.4 保安規定について	5
4.5 臨界安全性について	5
5. 設工認の内容	7
6. 現地工事について	8
6.1 工事工程表	8
6.2 工事概要	8
6.3 特記事項	9
7. おわりに	12

## 1.はじめに

動燃事業団（現サイクル機構）において、平成9年に施設・設備等に係わる問題点を自ら洗い出す方針で全社的な安全総点検が実施された。この際、前処理課においてもいくつかの問題点を抽出し、これらの処置を行ってきたところである。

この際の一項目として、燃料装荷バスケット及びプラグ検知用圧力検知器の不具合が抽出された。燃料装荷バスケット検知用圧力検知器は、溶解槽における臨界防止対策の一部として溶解槽の溶解部（バレル）に燃料装荷バスケットが挿入されていない状態では燃料のせん断操作ができないようにするための信号発信に用いられるものである。この圧力検知器は、溶解槽内の燃料装荷バスケット検出位置に設けられた空気口から圧縮空気（圧空）を吹き出させ、検出対象物である燃料装荷バスケットがこの空気口を塞ぐことによる圧力変化を検知するものである。プラグ検知用圧力検知器は、使用済燃料の溶解時に溶解槽とせん断機を遮断し溶解槽内を負圧に維持するためにバレル上部に設置するプラグを、燃料装荷バスケットと同様に圧空による圧力変化で検知するものである。

この圧力検知器の不具合を含む安全総点検の内容については、国及び自治体に説明するとともに平成9年10月24日にプレスに公開している。

サイクル機構では、この圧力検知器の不具合の処置として、原子炉等規制法に基づく許認可手続きを経て工事を実施し平成11年9月に処置を終了している。

本報告書は、上記圧力検知器の不具合について、その発生状況、不具合発生後の運転対応、許認可及び工事に至る全般をとりまとめたものである。

## 2. 作動不調の状況

溶解槽R 1 0 及びR 1 1については、昭和52年のホット運転開始後まもなく圧力検知器の空気口と燃料装荷バスケットの間の僅かなすき間から圧空が流れ、確実に圧力変化を検知できないことが明らかになったため、昭和55年8月より、燃料装荷バスケットをセットしたことを操作員が確認し、キースイッチで信号を発信する方法を追加した。溶解槽R 1 2についても、昭和60年の使用開始後まもなく同様の不調を来したため、キースイッチで信号を発信する方法とした。

溶解槽内の燃料装荷バスケットの受け部は図-1に示す通り45°の傾斜面であり、この面に圧力検知器の空気口（直径4 mm）が2ヶ空いている。空気口を塞ぐには燃料装荷バスケットに設けた45°の傾斜面を溶解槽内の傾斜面とぴったり合わせる必要があり、傾斜面同士がわずかにずれただけですき間を生じ、圧空が漏れるために背圧が低下してしまう。このような圧力検知器の構造から、傾斜面へのせん断チップ等の異物の付着や傾斜面の肌荒れ、傷などの影響により、傾斜面間にすき間を生じ、空気口を十分にふさぐことができなくなり、所定の背圧（200mmH<sub>2</sub>O以上）が出なくなったことによるものと推定される。

また、プラグが挿入されたことの検出についても燃料装荷バスケットと同様に圧力変化を検知できない状態であった。

### 3. 運転対応

溶解槽への燃料装荷バスケットのセットは、操作員がセル内の移動ホイストを用い、燃料装荷バスケットを溶解槽内に吊り下ろすことにより行っている（図-2参照）。この際、操作員は、セル窓を通して移動ホイストに吊られた燃料装荷バスケットを直接目で見ることができ、溶解槽へ吊り下ろす状況も逐一直視で観察することができる（溶解槽の内部は見えない）。また、燃料装荷バスケットを溶解槽へセット後、移動ホイストが空荷で吊り上ってきたことも同様に直視できる。キースイッチによる信号の発信に際しては、燃料装荷バスケットが溶解槽の所定の位置まで達したことを移動ホイストの吊り下ろし時間及びワイヤのたるみで確認し、移動ホイストを巻上げたときに燃料装荷バスケットが吊り上がってこないことで、燃料装荷バスケットがセットされたことを確認してきた。また、この方法に変更した際には、チェック方式の運転マニュアルを作成してこれに従い確実に燃料装荷バスケットのセットを行ってきた。その結果、燃料装荷バスケットがない状態では一度もせん断を行ったことはなく、変更した運転方法は十分な管理下で実行されてきたといえる。

#### 4.圧力検知器の不具合と許認可との関係について

##### 4.1 設置承認申請書について

設置承認申請書におけるせん断の際の溶解槽における臨界安全設計は以下のとおりである。

①燃料せん断装置はあらかじめ設定した切断数に達すると自動的に作動を停止する。

②せん断操作が完了して停止した燃料せん断装置は、燃料装荷分配器を次の装荷管の位置に設定したのちでなければ再びせん断が行えない。

③燃料装荷分配器がつながっている溶解槽中に、燃料バスケットが装荷されていない状態では、燃料のせん断を行うことができない。

上記のとおり、設置承認申請書においては圧力検知器の設置や構造についての規定はなく、不具合が発生してからも上記の設置承認申請書における臨界安全設計に変更はないことから、不具合の処置としての設置承認申請書の変更は行っていない。

##### 4.2 設工認について

設工認においては、燃料装荷バスケット及びプラグの検知方法として圧力検知器が記載されており、その構造として、検出位置で圧空を吹き出させ、検出対象物がその位置にきたとき空気口をふさぐことによる圧力変化を検知する、とある。この圧力検知器の不調については、当時の課長及び担当者の認識するところであり、何らかの機会に設工認との齟齬を解消したいとの議論があったものの、当時は設工認との齟齬に対する認識がまだ甘く、結果的に安全総点検で摘出するまで科学技術庁への説明をせずに、対応が図られてていなかつた。これについては、早期に是正すべきであったと反省するところであり、このため、圧力検知器の不具合の処置として、設工認の変更申請を行った。変更した検知方法については、「5. 設工認の内容」に詳細を記す。

#### 4.3 定期検査について

定期検査の受検項目のひとつとして、「せん断装置のインターロック作動試験」がある。これは、所定の条件が揃わないとせん断操作が行われないというインターロックを確認する検査である。このなかで所定の条件のひとつである燃料装荷バスケットの装荷を検知する信号を、設工認に記載された圧力検知器を用いずに操作員が発信することで、第一回から第十二回定期検査までの検査を行ってきた。科学技術庁へは、安全総点検の結果として圧力検知器の不具合を説明した際にこの方法で受検してきたことについてを説明したが、当時圧力検知器の不具合を生じていたこと及び操作員が発信する信号による検査である旨の説明を実施してこなかった点、反省すべきところである。なお、定期自主検査についても同様の方で実施してきたものである。

#### 4.4 保安規定について

保安規定においては、臨界管理に関する工程管理設備が正常に作動しているときでなければ施設を運転してはならない、との記載がある。せん断時の溶解槽における臨界管理に関する工程管理設備は燃料装荷バスケットであり、圧力検知器が故障した後の運転においても燃料装荷バスケットを使用することに変更はなく、安全総点検後に変更した設工認においても同様に燃料装荷バスケットを使用することに変更はない。

#### 4.5 臨界安全性について

圧力検知器の不具合により運転方法を変更した当時は、運転員の見落としにより燃料装荷バスケットを装荷せずにせん断した場合の臨界安全評価を行っていないかったが、安全総点検で問題点として摘出した後の評価で、燃料装荷バスケットを装荷せずにせん断を行ったとしても、「4.1」に示す①及び②のインターロッ

クにより、せん断燃料の装荷量が1バスケット分となるように制限されていることから臨界安全上問題がないことを確認している。

## 5. 設工認の内容

設工認を申請した燃料装荷バスケットの検出方法は、従来の操作員が目視確認によりキースイッチの信号を発信する方法に対し、信頼性の低下した圧力検知器を用いずにハード的に燃料装荷バスケットを検知できる方法に変更したものであり、より確実性を増したものである（図－3参照）。

ハード的な検知方法としては、溶解槽に燃料装荷バスケットをセットする際に用いるセル内の移動ホイストから得られる運転信号（①移動ホイストによる燃料装荷バスケットの重量測定、②移動ホイスト上限位置から所定の位置までに要する巻下げ時間の測定、③移動ホイスト巻上げ時の負荷の解除（燃料装荷バスケットの重量がなくなつたこと））が、燃料装荷バスケットを所定の位置に装荷したという条件を満たしたときでなければ、キースイッチを操作しても信号が発信できないようにした。

また、プラグについては、臨界管理に関する機器ではないことから、操作員が目視確認後、キースイッチを操作し信号を発信する方法とした。

本件に係る設工認、使用前検査は、以下のとおりである。

件名	：燃料装荷バスケット等の検出方法の変更
設工認申請	：平成11年1月11日（10サイクル機構（東海）467）
設工認認可	：平成11年5月17日（11安（核規）第24号）
使用前検査申請	：平成11年6月16日（11サイクル機構（東海）275）
変更届	：平成11年7月7日（11サイクル機構（東海）350）
使用前検査	：平成11年8月10日
使用前検査合格証	：平成11年9月16日（11安（核規）第602号）

## 6.現地工事について

### 6.1 工事工程表

工事の主要工程表を表-1に示す。

### 6.2 工事概要

燃料装荷バスケットの検出方法の変更工事概要を図-4に示す。工事は以下の手順で実施した。

#### 6.2.1 電線管取付ケーブルの敷設

バスケット検出監視盤から既設のケーブルラックまで電線管を取付け、バスケット検出監視盤からせん断機制御盤（BY盤）、移動ホイスト制御盤までのケーブルの敷設を行う。

#### 6.2.2 既設移動ホイスト制御盤内改造、調整

(1)移動ホイストに取付けられたロードセル（荷重計）からの信号を移動ホイスト制御盤内のマノメータ（増幅器）、電圧／電流変換器を経由した後にバスケット検出監視盤の直流入力変換器へ入力し、この直流入力変換器から移動ホイスト操作卓、シーケンサアナログ／デジタル変換器へ信号を出力する。

(2)移動ホイストの位置、状態（上限位置信号、巻上信号、巻下信号）をバスケット検出監視盤へ出力する。

(3)マノメータ、電流／電圧変換器の校正を行う。

#### 6.2.3 バスケット検出監視盤の設置

バスケット検出監視盤を設置し、敷設したケーブルの端末処理、接続を行う。

#### 6.2.4 せん断機制御盤改造

せん断機制御盤から溶解槽開閉装置（ステラップ）の開閉状態をバスケット検

出監視盤へ出力する。

#### 6.2.5 溶解槽開閉操作卓改造

溶解槽開閉操作卓（BN11～16）の燃料装荷バスケットのキースイッチをスプリングリターン式に交換する。

#### 6.2.6 ケーブル導通、メガチェック

接続したケーブルの健全性を確認するため導通、メガチェック及びI/Oチェックを行う。

#### 6.2.7 試運転・調整

設工認申請した燃料装荷バスケットの検出方法通りに工事が完遂しているかどうかシーケンス等の試運転を重ね、調整を行う。

### 6.3 特記事項

#### 6.3.1 移動ホイストの荷重表示システムについて

R131セルで使用している東西の移動ホイスト（233-65-1,233-65-2）2台には操作員が操作卓で荷重を確認できる表示機能が設けられている。

この操作卓に表示される荷重は、従来より操作員が運転操作の目安として使用しているもので、使用上の荷重測定の正確さは要求されていなかった。

しかしながら、安全総点検において、燃料装荷バスケット検知用圧力検知器の不良について自ら摘出し、その対策の中で、燃料装荷バスケットの正確な重量測定を行う必要性が生じた。

圧力検知器の不良に対する対策を以下に示す。

(1)移動ホイストによる重量測定

(2)移動ホイスト上限位置から所定の位置までに要する巻下げ時間測定

(3)移動ホイスト巻上げ時の負荷の解除（燃料装荷バスケットの重量がなくなったこと）の確認

を行い上記3つの条件が揃わないとキースイッチを操作しても燃料装荷バスケットの検知信号が発信できない。

上記の対策を施すうえで、移動ホイストの荷重表示システム全体の機能点検を行うこととした。

#### 6.3.2 従来の荷重表示システム概要（図-5参照）

移動ホイスト本体側の半導体ロードセル（豊田工機：半導体小型圧力変換器WM-105）は、特殊ステンレス製の起歪柱に半導体ひずみゲージを張り付けた構造で荷重の検出機構はピエゾ抵抗効果による抵抗値変化を利用したもので、荷重は起歪柱に生ずる微少ひずみに比例した出力として得られる。

セル外の操作区域に設置されている制御盤へ移動ホイスト本体側から検出した微小電圧をマノメータ（増幅器）においてDC 0～5 Vに増幅変換出力したのち、電圧／電流変換器を使用してDC 4～20 mAの出力により操作卓にデジタル表示している。

#### 6.3.3 新たな監視盤を使用した荷重表示システム（図-6参照）

従来の電圧／電流変換器からの出力電流をバスケット検出監視盤の直流入力変換器を経由して操作卓にデジタル表示するが、この際、バスケット検出監視盤のシーケンサアナログ／デジタル変換器へも情報を伝達するものとなっている。

#### 6.3.4 荷重計の点検

点検により東西移動ホイストの荷重表示にバラツキがあることが分り、調査の結果、西ホイストの荷重表示システムのマノメータ（増幅器）の不良が判明した。

ロードセル（豊田工機：WM105）との互換性を考慮しメーカーに確認した結

果、従来使用のアナログ電子マノメータ AA2460 は製造中止であるため、同一機能を有した同メーカーの直流増幅器 AA6200 を購入し東西両方を交換した。調査の過程で移動ホイスト運転中にシンクロテスターによる電圧チェックを行ったところ 5 V～15V 程度のノイズ電圧ピークが発生することが判明したため、ノイズ発生防止策としてマノメータ（増幅器）への信号入力前にコンデンサを組み込んだ。

#### 6.3.5 標準ウェイトによるロードセル（荷重計）の校正

移動ホイストのロードセルは使用前検査の対象となることから、校正用のウェイトを製作して濃縮ウラン溶解槽装荷セル内に搬入し、ロードセルの校正を行った。なお、今後は計画的なロードセルの校正が必要となることから移動ホイストロードセルの校正要領書を作成した。

## 7.おわりに

安全総点検において自ら摘出した燃料装荷バスケット及びプラグ検知用圧力検知器の不具合について、不具合発生から処置に至る対応全般についてを総括的に取りまとめた。今後においては本報告書を活用することにより本件に関する情報の継承が正しくなされることを期待するものである。

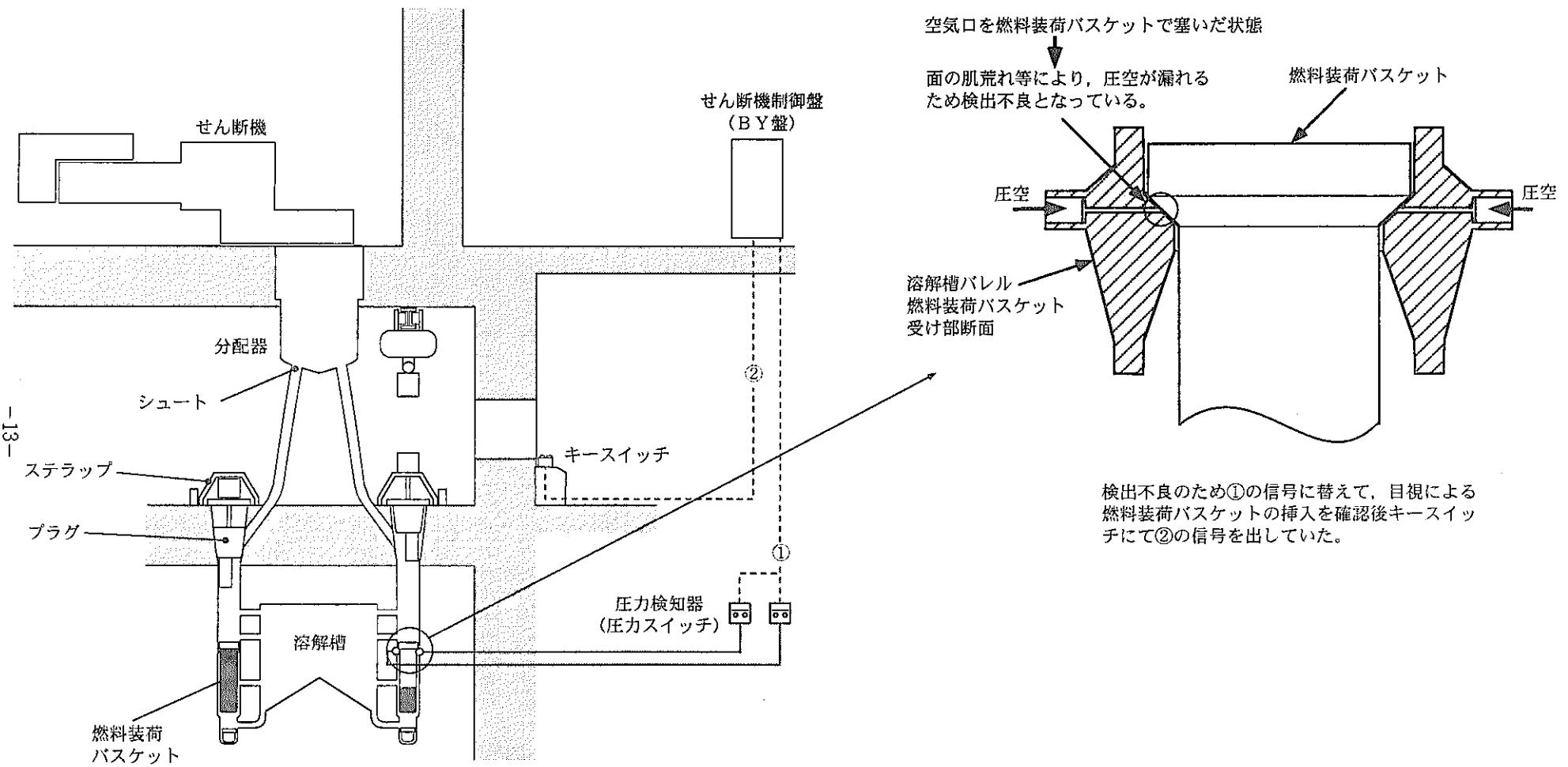


図-1 圧力検知器による燃料装荷バスケットの検出方法

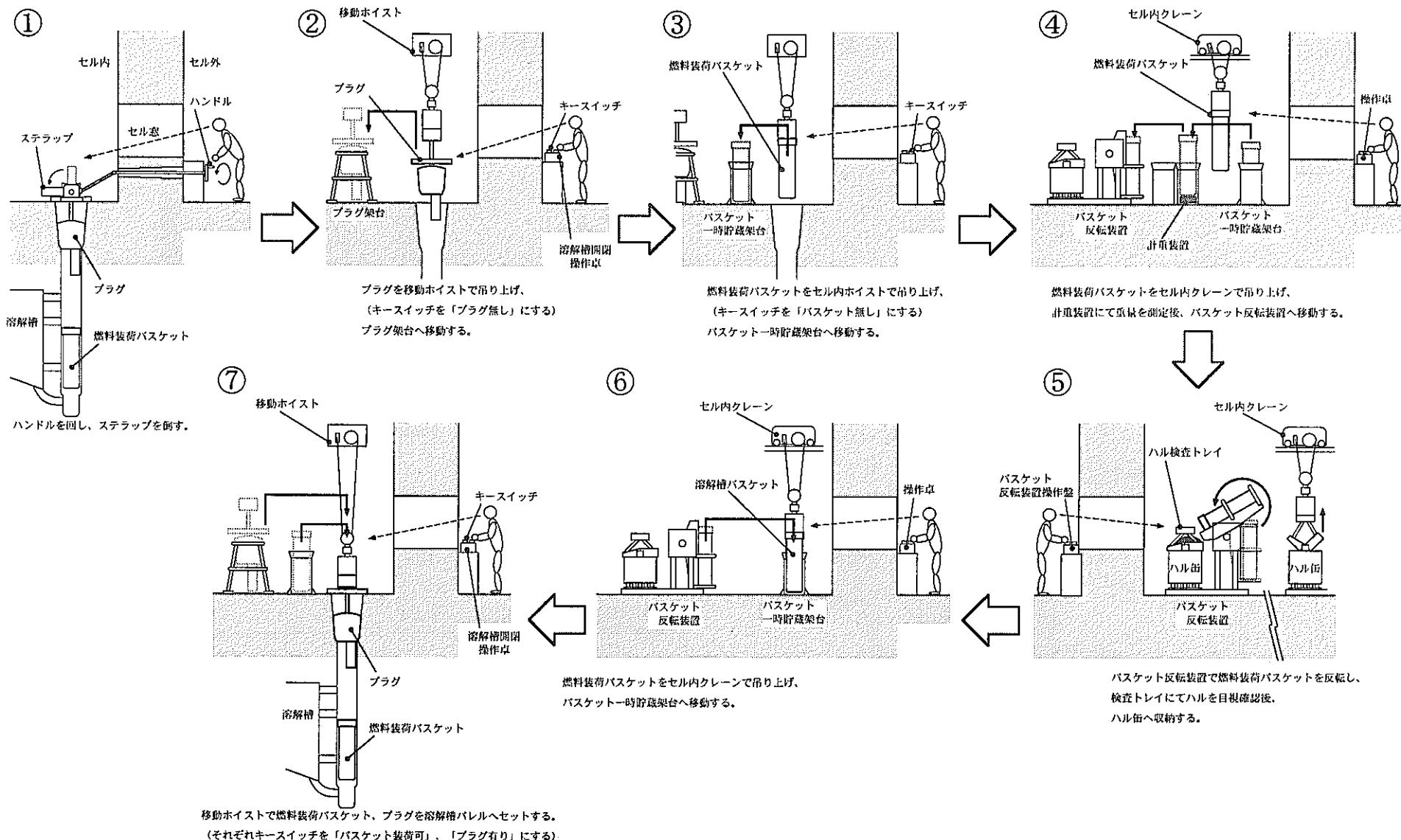


図-2 燃料装荷バスケット及びプラグ操作手順

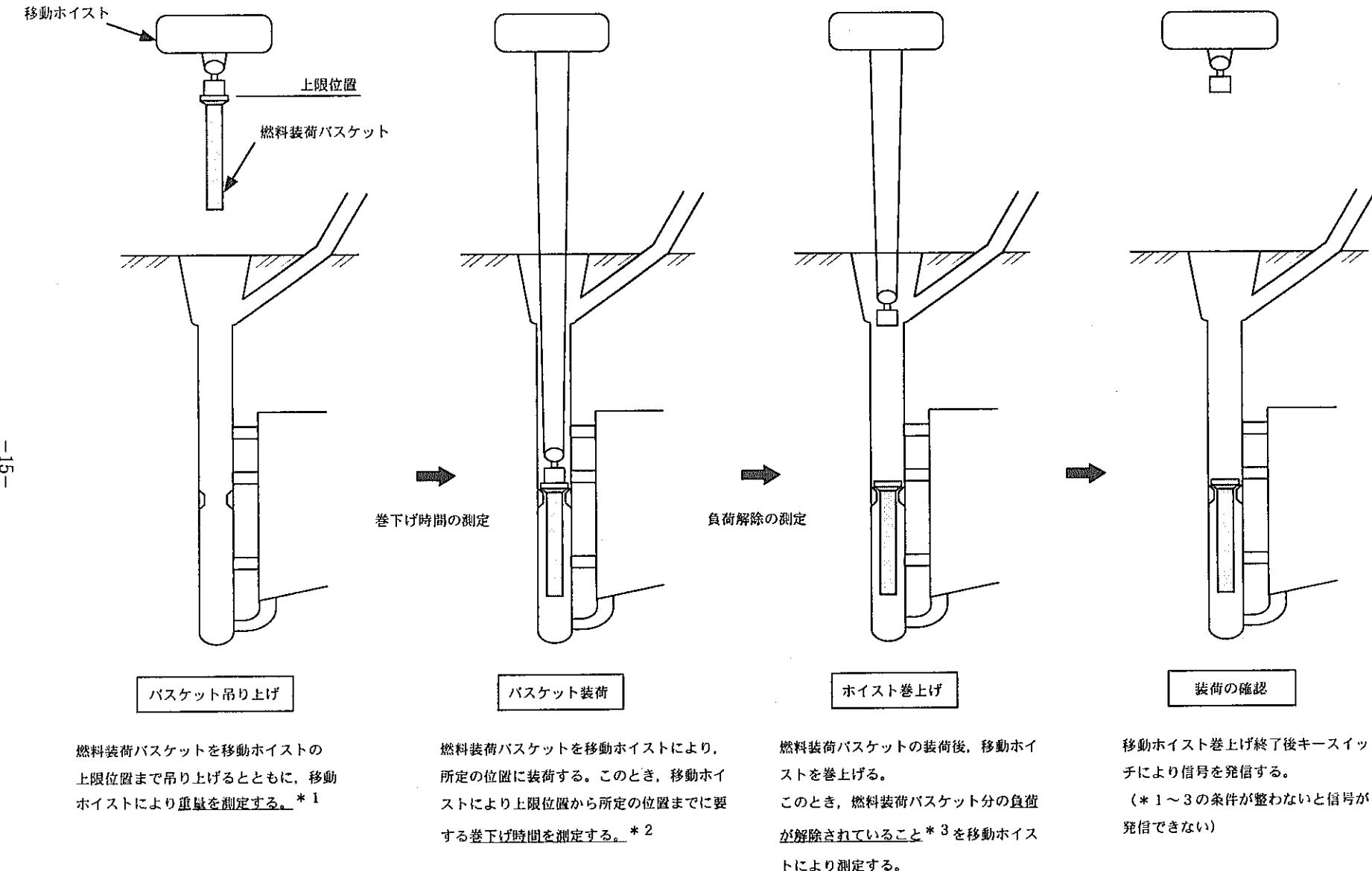


図-3 設工認変更後の燃料装荷バスケットの検出方法

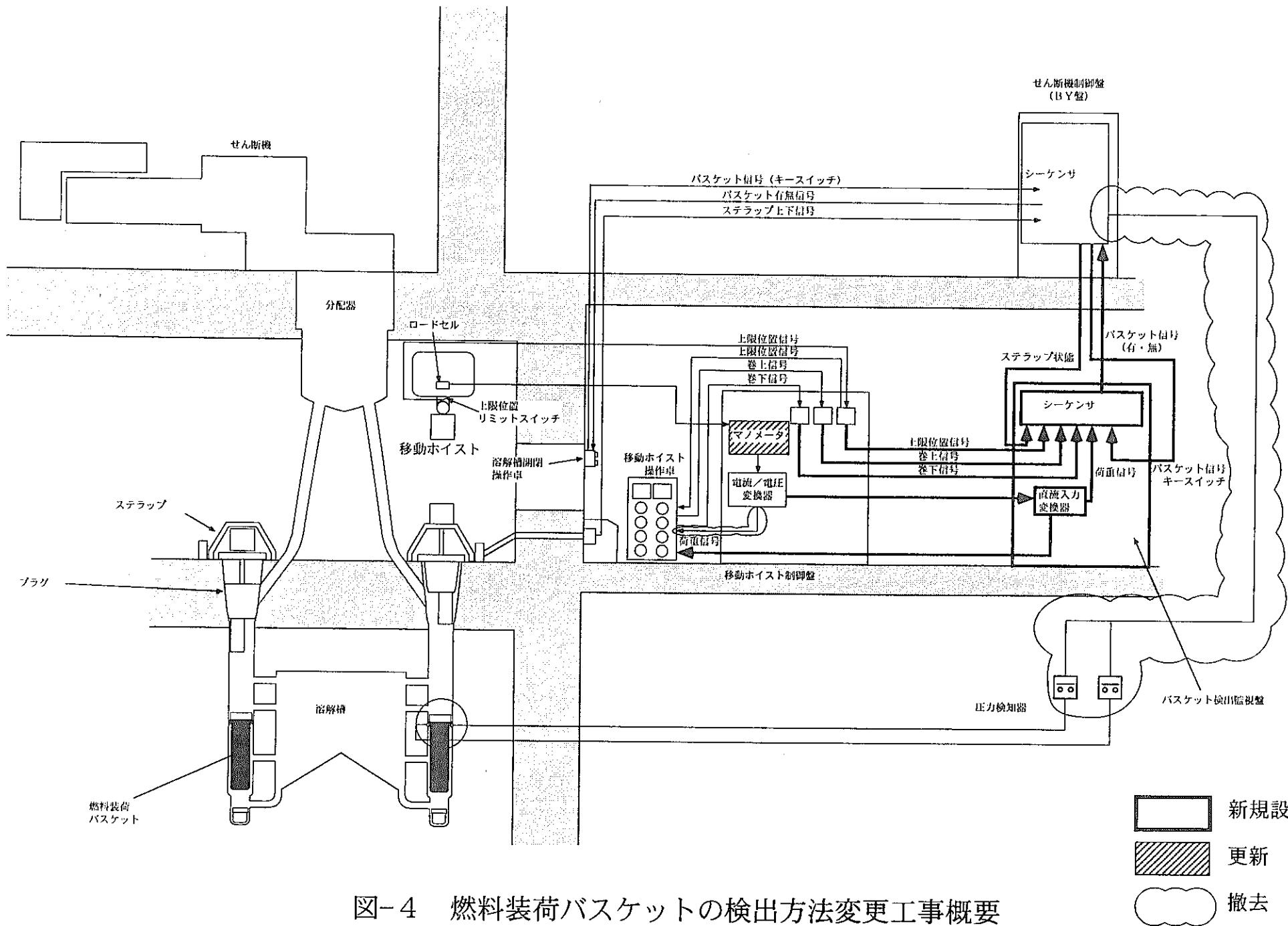


図-4 燃料装荷バスケットの検出方法変更工事概要

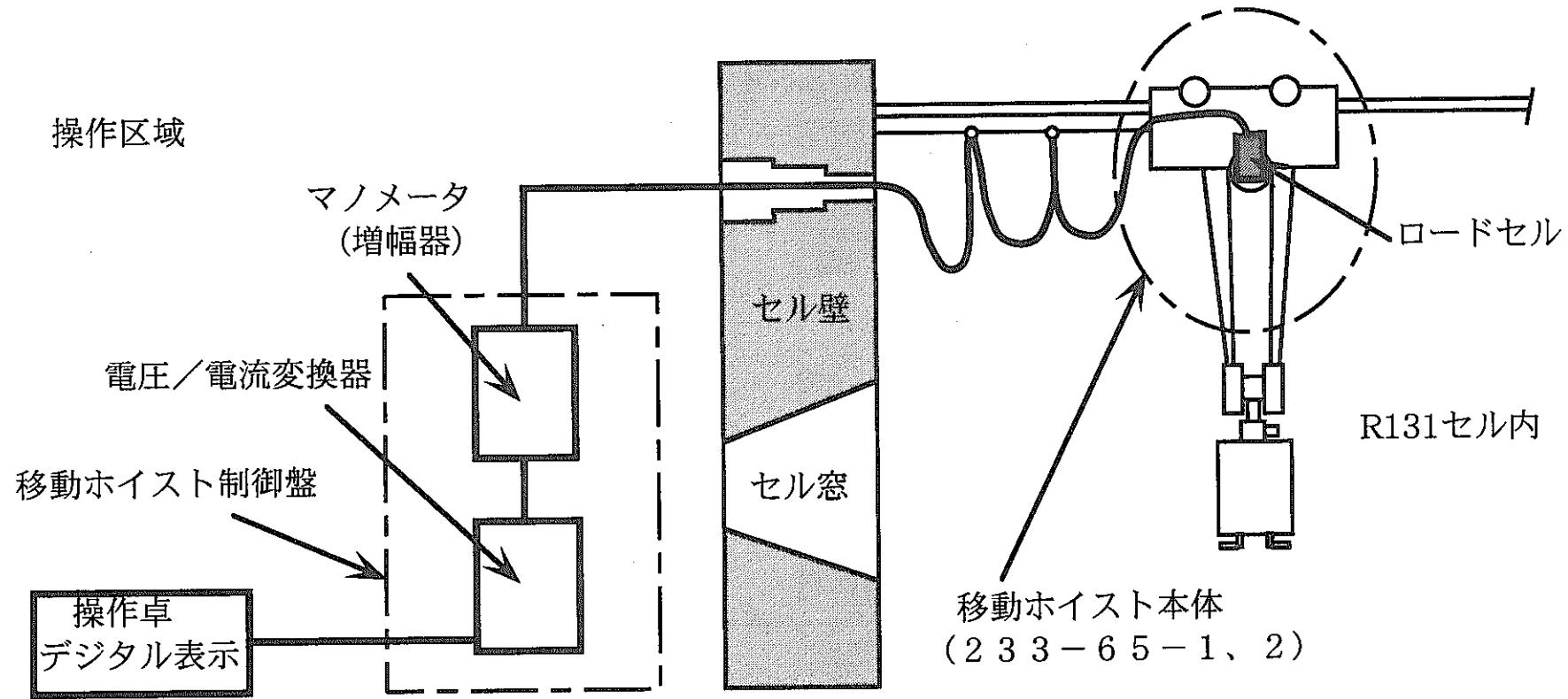


図-5 移動ホイストの荷重表示システム概要図

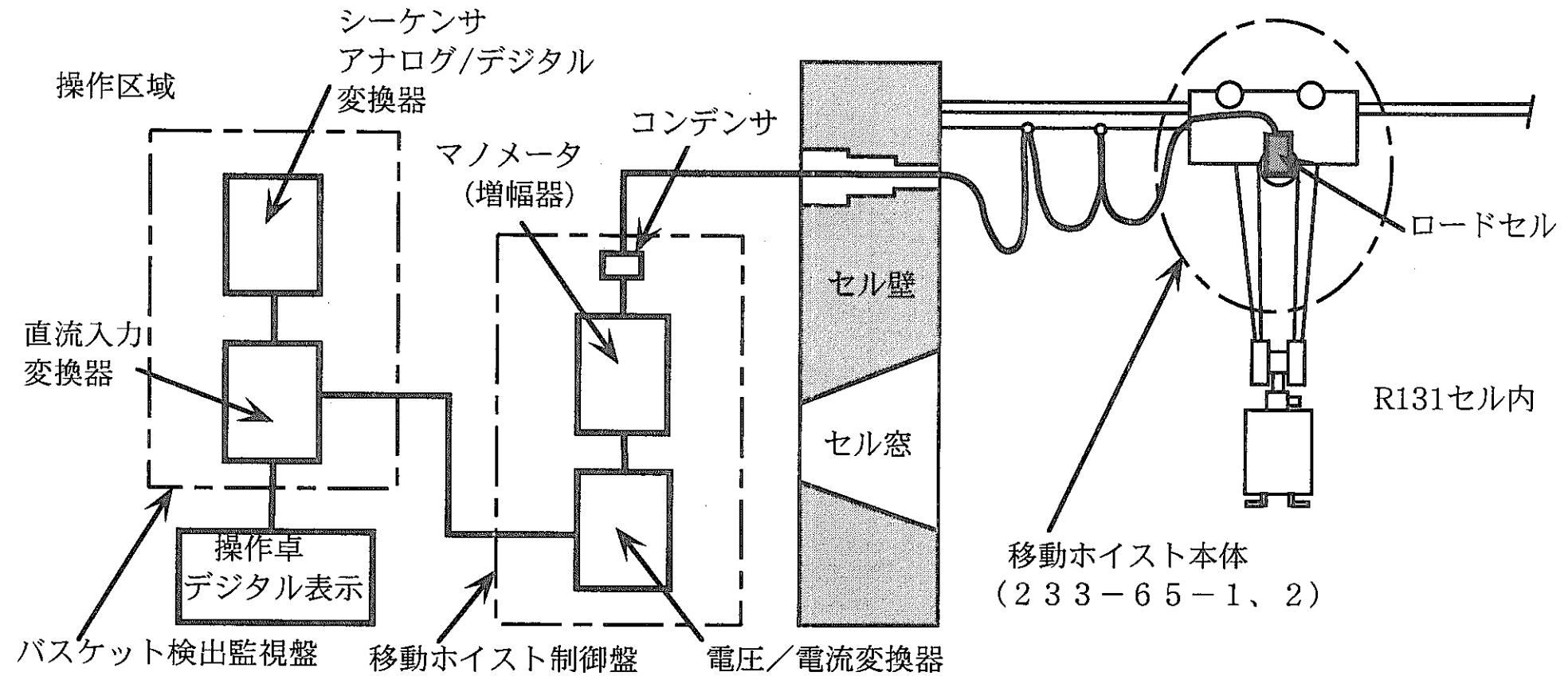


図-6 バスケット検出監視盤を使用した移動ホイストの荷重表示システム概要図

表-1 主要工程表

	1999年		
	6月	7月	8月
○既設盤の改造	(Starts at the beginning of June)		
○新規盤の設置	(Starts at the beginning of June)		
○マノメータの更新		(Starts at the end of June)	
○試運転・調整	(Starts at the end of June)		
○検査			(Starts at the end of July)