

原子力発第10173号  
平成22年10月 8日

愛媛県知事  
加戸守行 殿

四国電力株式会社  
取締役社長 千葉 昭

伊方発電所第2号機 燃料移送装置の燃料コンテナ変形  
他4件に係る報告書の提出について

平成22年7月17日に発生しました伊方発電所第2号機 燃料移送装置の燃料コンテナ変形他4件につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以 上

伊方発電所第2号機  
燃料移送装置の燃料コンテナ変形について

平成22年10月  
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第2号機 燃料移送装置の燃料コンテナ変形について

2. 事象発生の日時

平成22年7月17日 9時30分（確認）

3. 事象発生の設備

2号機燃料移送装置

4. 事象発生時の運転状況

通常運転中（電気出力568MW）

5. 事象発生の状況

伊方発電所第2号機は、通常運転中のところ、燃料移送装置\*1の部品取替え作業のため、リフティングフレームを操作中にリフティングフレーム下端と燃料コンテナが接触した。

このため、当該コンテナを点検した結果、7月17日9時30分、燃料コンテナ等が変形していることを確認した。

調査の結果、当該コンテナのほか、コンベアカー（当該コンテナを載せる台車）やリフティングフレームの軸受構成部品の一部などにも接触による変形が確認されたため、当該コンテナの変形部分を油圧ジャッキ等により修正するとともに、その他の箇所についても修正や部品の取り替えを行った。

その後、模擬燃料を使用して燃料移送装置の動作確認を行って異常のないことを確認し、8月6日15時50分、通常状態に復旧した。

なお、事象発生当時の部品取替え作業では燃料は取り扱っておらず、本事象による作業員の被ばくおよび環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料－1）

\*1 燃料移送装置

燃料取出、装荷時に、燃料を1体ずつ燃料コンテナに収納し、原子炉容器～使用済燃料ピットの間を移動させる装置。リフティングフレームにより、燃料コンテナを立て起こしたり、横倒しにする。

燃料移送装置は通常運転中は使用されておらず、故障した場合でも原子炉の運転に影響はない。また、緊急時に原子炉を停止した場合においても、原子炉容器内にある燃料を長期にわたり冷却することは可能であり、燃料移送装置の故障により原子炉の安全性に影響を及ぼさない。

## 6. 事象の時系列

7月16日

9時30分 燃料移送装置の部品取替え作業開始

16時30分頃 リフティングフレームの立て起こし中、リフティングフレームと燃料コンテナの接触を確認したため、作業を中断。

17時30分 装置の修繕工事作業中であり緊急性を要しないこと、および夕刻であり、かつ管理区域立ち入り制限時間(10時間)があったことから、翌日に詳細点検を実施することとした。

7月17日

9時30分 リフティングフレームと燃料コンテナの接触部の目視点検および寸法計測により、燃料コンテナ等の変形を確認

7月20日～24日

燃料コンテナ、リフティングフレーム、コンベアカーをチャンネル内より取り外し、変形状況調査

8月1日～4日

燃料コンテナ、コンベアカーの変形部修正

8月4日～6日

燃料コンテナ、リフティングフレーム、コンベアカーをチャンネル内に取り付け、模擬燃料を使用して燃料移送装置の動作確認

8月6日

15時50分 通常状態に復旧

## 7. 調査結果

燃料移送装置燃料コンテナ等の変形について、以下の調査を行い要因の検討を実施した。

### (1) 現地調査

#### a. 燃料コンテナの変形量、外観、調査結果

燃料コンテナの変形量を測定した結果、リフティングフレームとの接触箇所付近で約650mmの範囲に渡って、上面は下側方向(最大12mm)に、側面は外側方向(最大21.5mm)に変形していることを確認した。

なお、燃料コンテナの外観目視点検の結果、変形によるき裂等の異常がないことを確認した。(添付資料-2)

#### b. コンベアカーの変形量、外観、調査結果

コンベアカー(当該コンテナを載せる台車)の変形量を測定した結果、リ

フティングフレームとの接触箇所付近（原子炉格納容器側から3つ目の車輪付近）でフレーム側面が内側方向（最大4.2mm）に変形していることを確認した。

なお、コンベアカーの外観目視点検の結果、変形によるき裂等の異常がないことを確認した。（添付資料－3）

c. その他構成部品の調査結果

リフティングフレームの軸受構成部品に軽微な変形が認められたことから、新品に取替えた。

なお、外観目視点検の結果、変形によるき裂等の異常がないことを確認した。

(2) 作業要領に関する要因

a. 作業要領書

作業要領書の作業手順では、燃料コンテナの軸受構成部品取替えの際は、燃料コンテナを立て起しの定位置より原子炉格納容器側に約1m移動させた後に、リフティングフレームの起動条件である燃料コンテナ定位置に係るインターロック\*2を除外して、リフティングフレームの立て起こし操作を実施する手順となっていたが、構造上、リフティングフレームの下端が燃料コンテナと干渉する位置関係にあった。なお、注意事項として、リフティングフレームの立て起こし操作時は人災と物損に注意する旨の大まかな記載はあったが、リフティングフレームと燃料コンテナの干渉確認を行う旨の具体的な記載はなかった。

（添付資料－4）

\*2 燃料コンテナ定位置に係るインターロック

燃料コンテナが正規の停止位置である時のみ、リフティングフレームの立て起こしができるロジック回路になっている。

b. 作業要領書作成段階

今回の燃料移送装置の部品取替え作業にあたっては、通常の燃料移送装置の点検作業（外観確認、動作確認・調整）とは違って、装置当該部の分解・組立て作業が必要となり、装置の設計情報に基づいた作業要領書（作業手順）の検討・作成が不可欠であることから、装置の設計情報を有し、同様な部品取替え作業の実績があり、経験が豊富な装置の設計・製作メーカーに発注しているため、作業要領書はメーカーにて作成し、当社で内容の承認を行っている。今回の要領書の作成にあたっては、請負会社であるメーカーの作業責任者が作成後、メーカー上位職が審査・承認し、当社保修グループの担当者・上位職が審査・承認を行っていた。なお、要領書の作成・審査・承認にあたっては、メーカーおよび当社ともに過去の経験やトラブルの反映事項を基に作成した「伊方発電所作業要領書作成手引き」の作業要領書作成チェックシート等の

チェックポイントや当該工事特有の注意事項について確認を行っている。

メーカーの作業責任者は、至近にリフティングフレーム下端部の形状が丸型で、干渉のないタイプに関する作業を実施していたことから、リフティングフレーム立て起こし時に燃料コンテナとの干渉はあり得ない（プラント毎に干渉確認する必要はない）との思い込みがあり、干渉について考慮していなかった。また、「伊方発電所作業要領書作成の手引き」の作業要領書作成チェックシート等のチェックポイントにリフティングフレームと燃料コンテナの干渉確認に係る具体的な記載がなかったことから作業要領書へ反映しなかった。

メーカーの上位職は、作業責任者により検討がなされたという過程については作業要領書作成チェックシート等のチェックや当該工事特有の注意事項の記載等にて確認していたが、検討内容について具体的に再検証するという観点で十分でなかったため、問題点に気付くことが出来なかった。

当社での承認は、部品取替え終了後に装置の動作確認を行い、機能の健全性を確認するとともに、作業要領書に基づく作業中の採取記録の確認等をもって、工事完了とするため、これらに係る内容を主に確認しており、干渉については確認していなかった。

#### c. 作業要領書作成の手引き

「伊方発電所作業要領書作成手引き」は、伊方発電所において実施する工事に関して、受注者が行う作業要領書作成時に反映すべき事項を示すとともに、当社の行う審査（承認）のチェックポイントを明確にして、適切な作業要領書を作成し運用することを目的とするものであり、その内、作業要領書作成チェックシートでは、ヒューマンエラーの起因行為毎に分類したチェックポイントを記載している。今回の事象の起因行為である「当てた／ぶつかった」に関するチェックポイントは記載していたが、リフティングフレームと燃料コンテナの干渉確認に係るような具体的な記載はなかった。

#### d. その他

- ・作業員の配置としては、チャンネル内（EL19.9m）に監視作業員を、オペレーションフロア上（EL32.2m）に燃料移送装置操作員と作業責任者を配置していた。監視作業員は、リフティングフレーム立て起こし時の装置全体を監視していたため、当該部が接触する前に発見することはできなかったが、接触直後に停止の合図を送っており、作業員の配置として問題はなかった。
- ・今回と同様の作業は、昭和63年5月（2号機5回定検前）に実施しており、当時の具体的な作業手順の確認はできなかったが、作業報告書の内容

から、今回と同様の要領で実施されたと思われる。ただし、リフティングフレームとコンテナとの干渉はなかったことから、リフティングフレームを燃料コンテナ上から移動させた状態で燃料コンテナの軸受構成部品取替えを実施したものと考えられる。

### (3) 調査結果のまとめ

- a. 作業要領書に記載されていた燃料コンテナの軸受構成部品取替えに係る作業手順では、構造上、リフティングフレームの下端が燃料コンテナと干渉する位置関係にあった。
- b. 請負会社（メーカ）による作業要領書（作業手順）作成時において、作業責任者がリフティングフレームの形状を誤認し、干渉がないものと思い込んで要領書が作成され、また、上位職によるチェックも「伊方発電所作業要領書作成手引き」にリフティングフレームと燃料コンテナの干渉確認に係る具体的な記載がなかったため、干渉確認が十分になされなかった。
- c. 請負会社作成の作業要領書については、当社で承認を行っているが、当社でのチェックは装置の動作確認や機能の健全性を主にチェックしており、また、作業要領書の作成・審査時に使用している「伊方発電所作業要領書作成手引き」の作業要領書作成チェックシート等のチェックポイントには、リフティングフレームと燃料コンテナの干渉確認に係る具体的な記載がなかったことから、干渉について確認していなかった。

## 8. 推定原因

請負会社（メーカ）における作業要領書の作成時には、作業責任者が作成後、上位職がチェックする体制となっていたが、要領書の作成・審査時に使用している「伊方発電所作業要領書作成手引き」にリフティングフレームと燃料コンテナの干渉確認に係る具体的な記載がなく、干渉確認について確認が不十分であった。

また、当社の承認においては、装置の動作確認や機能の健全性を主に確認しており、干渉について確認していなかった。

以上のことから、十分な干渉確認がなされないまま作業要領書が作成され、その要領書に基づき作業が実施されたため、リフティングフレームの下端と燃料コンテナが接触したものと推定される。

## 9. 対策

- (1) 作業要領書について、干渉しないように、「燃料コンテナとリフティングフレームが分離した状態でリフティングフレームのみ立て起こしする」要領から、「リフティングフレームを水平にして取り外し、オペレーションフロア

(EL32. 2m) に仮置きする」要領に変更し、燃料コンテナおよびコンベアカーの変形は、油圧ジャッキ等により変形部分を元の形状に復元するとともに、リフティングフレームの軸受構成部品は、新品に取替えを実施した。

燃料移送装置を組立後、模擬燃料を使用して装置の動作確認を実施し、異常のないことを確認した。(添付資料- 2, 3, 5)

その後、念のため燃料コンテナを新品のものと取替えを実施した。

(2) メーカーにおいては、燃料コンテナの軸受構成部品取替えにあたっては、燃料コンテナとリフティングフレームを分解して実施することを標準工法とすることや、今回の事象を不適合事例データベースへの登録による教育資料化、干渉チェック時における注意事項(自装置内の干渉チェックの徹底)の周知徹底により、再発防止を図ることとしており、当社は実施状況を確認することとする。

(3) 「伊方発電所作業要領書作成手引き」に注意事項として、「装置の分解点検等に伴い、インターロックを除外して行う操作がある場合は、事前に装置相互の干渉が生じないことを確認する」旨の記載を追記し、インターロックを除外して行う操作がある場合は、当社の承認においても干渉確認を行う。

また、「作業要領書作成チェックシート」に、「装置の分解作業時は、事前に周辺装置との干渉確認を行い、周辺装置との干渉が生じない手順であることを確認する」旨のチェック項目を追記する。

(4) 伊方1, 2号機の燃料移送装置においては、燃料コンテナが所定位置でない状態で、リフティングフレームの立て起こし操作を行うと、リフティングフレームの下端が燃料コンテナと干渉する構造であることを、新たに作成したワンポイントレッスンにより関係者に周知した。

なお、伊方3号機の燃料移送装置については構造が異なるため、伊方1, 2号機のようにリフティングフレームの下端が燃料コンテナと干渉するようなことはない。

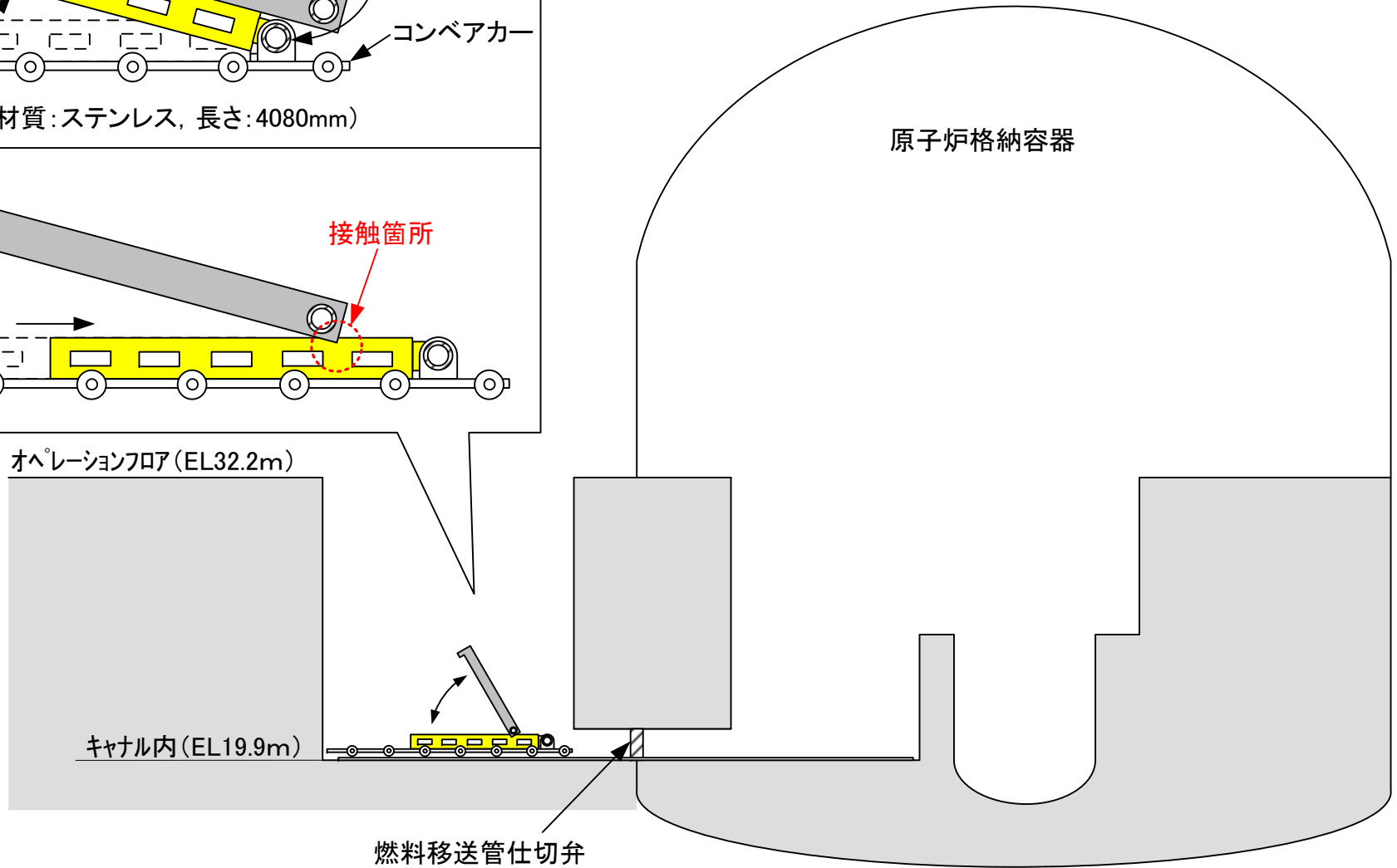
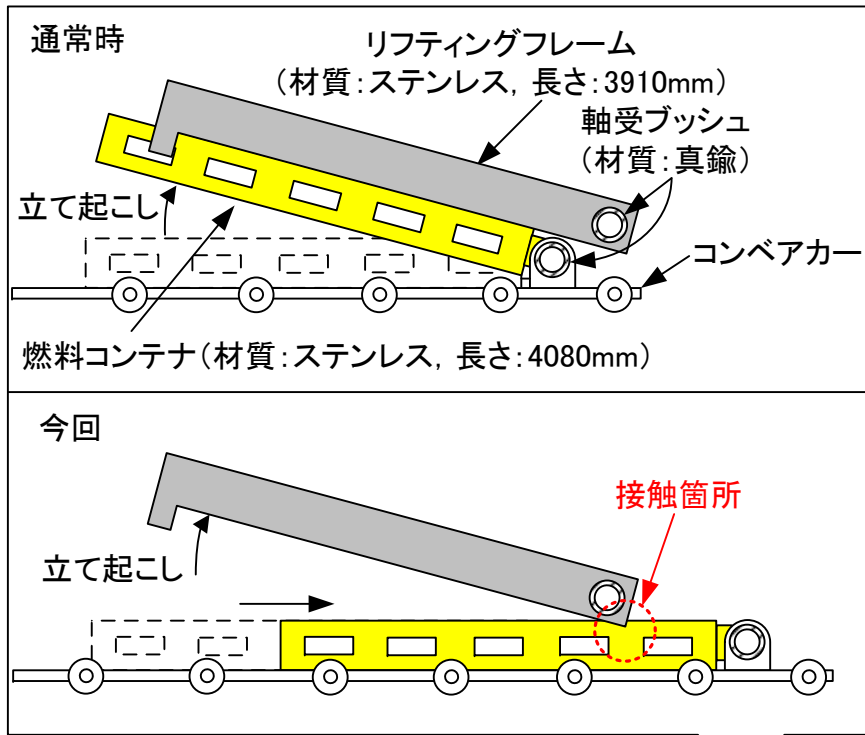
以 上



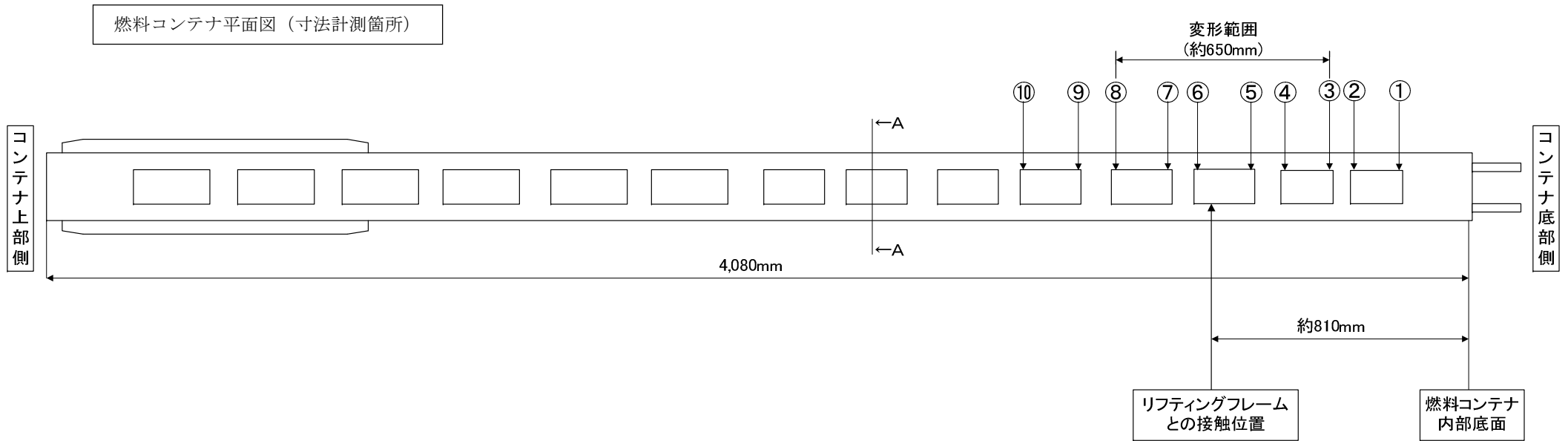
## 添 付 資 料

- 添付資料－1 伊方発電所 燃料移送装置概略図
- 添付資料－2 2号機燃料移送装置コンテナ変形・復元状況
- 添付資料－3 2号機燃料移送装置コンベアカー変形・復元状況
- 添付資料－4 2号機燃料移送装置 コンテナ変形事象説明図
- 添付資料－5 2号機燃料移送装置 変形・復元状況（写真）

# 伊方発電所 燃料移送装置概略図



## 2号機 燃料移送装置コンテナ 変形・復元状況（修正前・後）

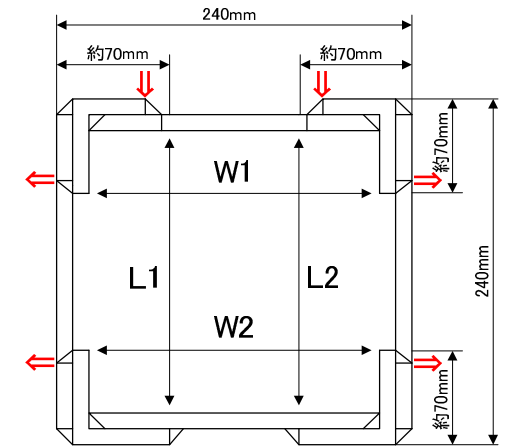


(単位：mm)

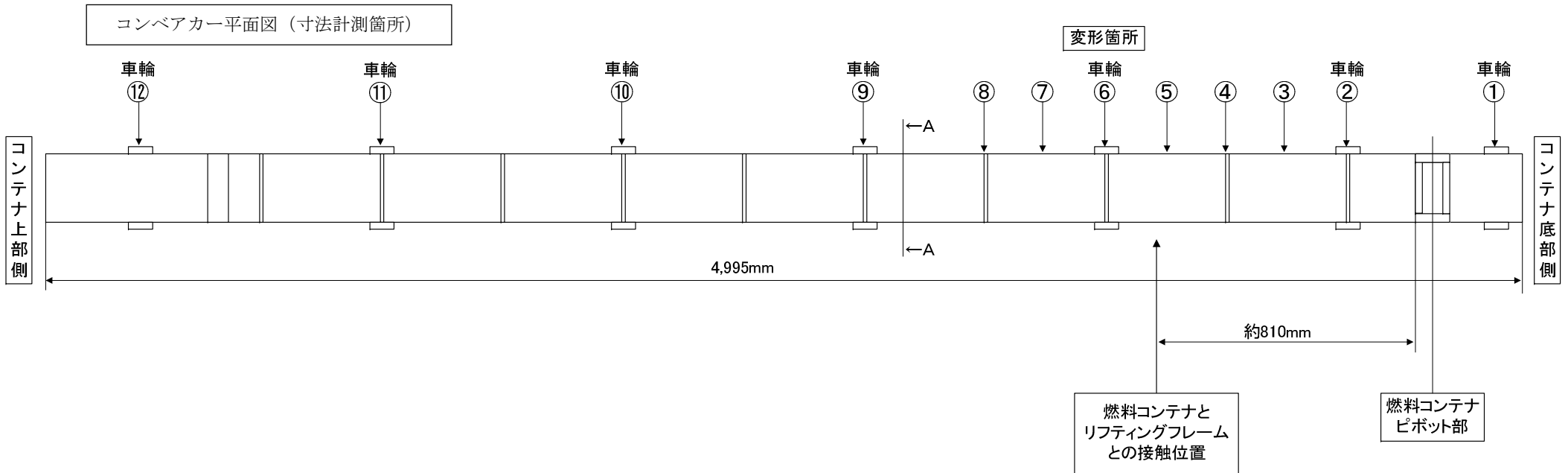
計測箇所		⑩	⑨	⑧	⑦	⑥	接触部	⑤	④	③	②	①	備考
W 1	修正前	207.2	208.2	210.2	220.5	225.5	217.0	214.5	209.5	203.1	204.7	204.8	
	修正後	207.2	207.0	207.8	208.4	208.8	208.1	209.7	207.9	207.9			
W 2	修正前	207.0	207.0	207.1	208.5	208.5	208.0	213.8	203.0	202.8	204.7	204.8	
	修正後	207.0	207.2	207.0	208.1	208.3	208.3	207.9	207.6	207.9			
L 1	修正前	205.5	204.5	203.5	203.0	192.5	196.4	199.0	204.0	205.0	205.5	204.0	
	修正後	205.5	204.4	205.4	205.0	204.0	204.1	204.5	205.5	204.5			
L 2	修正前	205.0	205.0	203.0	198.0	192.0	196.9	198.0	203.0	204.0	205.0	204.0	
	修正後	205.0	205.0	205.8	204.9	204.9	204.6	204.4	205.0	204.8			

油圧ジャッキによる修正範囲：⑦～③

◻ : 最大変形箇所



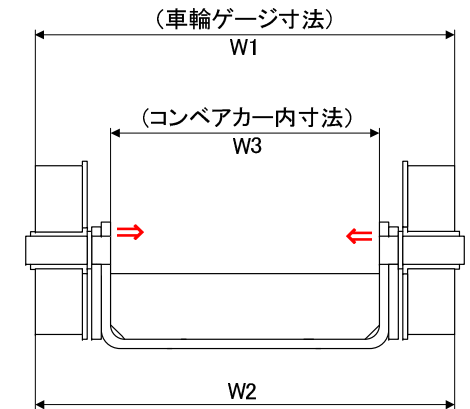
## 2号機 燃料移送装置コンベアカー 変形・復元状況（修正前・後）



(単位：mm)

計測箇所	⑫	⑪	⑩	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	備考
	車輪	車輪	車輪	車輪	—	—	車輪	—	—	—	車輪	車輪	
W 1	修正前	390.9	391.0	392.5	392.6	/	388.8	/	/	/	391.0	393.3	設計値 393
	修正後	/	/	/	392.1	/	392.9	/	/	/	391.0	/	
W 2	修正前	391.1	390.6	391.9	392.0	/	393.2	/	/	/	392.2	392.2	修正目標値 390.4~394.6
	修正後	/	/	/	392.1	/	392.8	/	/	/	392.0	/	
W 3	修正前	/	267.1	265.4	265.8	267.5	262.5	266.9	267.2	268.0	265.8	/	設計値 264 修正目標値 264.0~268.0
	修正後	/	/	/	266.1	/	267.0	/	/	/	265.8	/	

※油圧ジャッキによる修正箇所：⑥

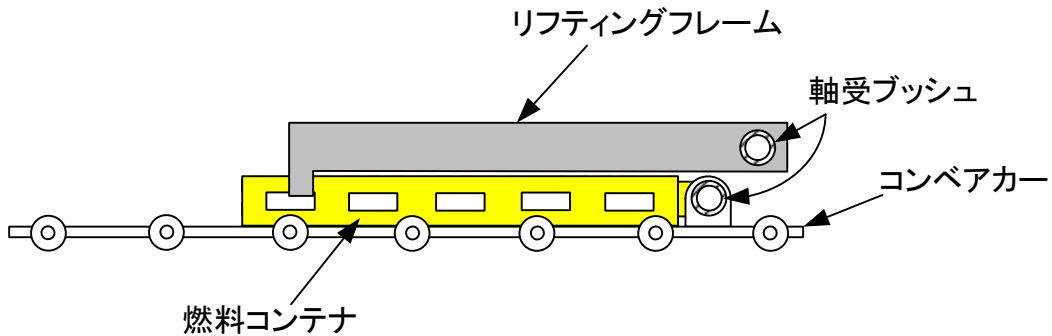


: 最大変形箇所

## 2号機燃料移送装置 コンテナ変形事象説明図

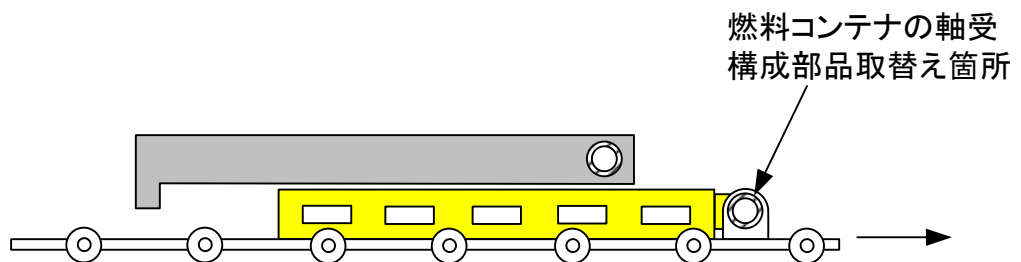
### ①通常待機状態

使用済燃料ピット側

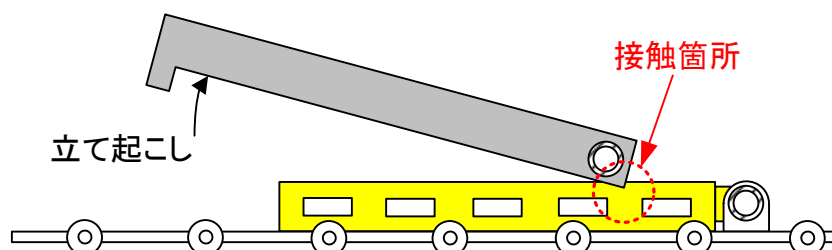


原子炉格納容器側

- ②燃料コンテナ(コンベアカー)を原子炉格納容器側へ約1m移動させた。  
(燃料コンテナとリフティングフレームの結合を外すため)



- ③燃料コンテナ定位置に係るインターロックを除外して、リフティングフレームの立て起こし操作を実施した。  
(リフティングフレームの下端が燃料コンテナと接触し変形に至った)



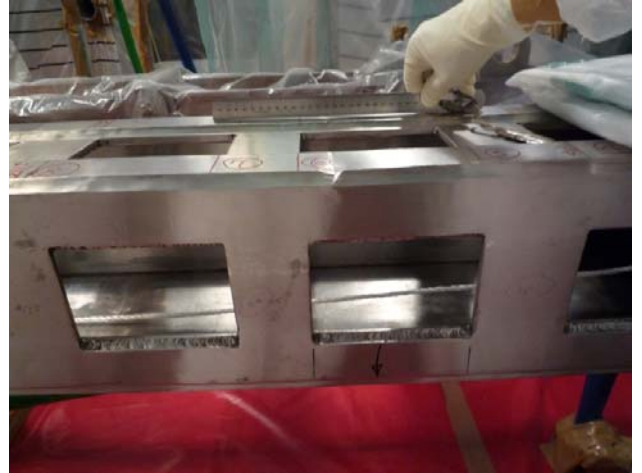
2号機 燃料移送装置 変形・復元状況（写真）

（1）燃料移送装置コンテナ（修正前／修正後）

（修正前）



（修正後）





(2) 燃料移送装置コンベアカー (変形状況)



燃料コンテナとリフティング  
フレーム接触位置の近傍の車  
輪軸付近が内側に約4mmの  
変形を確認し、修正実施

(3) リフティングフレームの軸受構成部品 (変形状況)



軸受構成部品の一部に変形  
(0.9mm) が確認されたため  
取替えを実施