

浜岡1号機インコアモニタハウジングの調査と修理

原子炉圧力容器下部から遠隔操作による細管内作業

浜岡原子力発電所1号機のインコアモニタハウジング（原子炉の出力を測る炉内計装管を収納する管）に発生したきずは、調査の結果、応力腐食割れによるものと判明した。修理は、このハウジングを圧力容器貫通部で拡管するとともに、きずの部分にスリーブ（さや管）を取り付けた。きずが細いハウジング内で生じていたため、発生場所の特定、原因の調査、修理および検査は、全て遠隔で操作ができる装置を開発しながら実施した。

Investigation and Repair of the In-core Monitor Housing in Hamaoka Nuclear Power Station Unit 1

Remote-controlled work in a thin pipe from under the reactor pressure vessel

Investigation of a crack which was found in the In-core Monitor Housing (the pipe that houses the In-core Monitor which measures the reactor power) of Hamaoka Nuclear Power Station Unit 1 revealed that it was caused by stress corrosion cracking. Repair work included rolling of the housing at the part where it penetrates the pressure vessel, and covering the cracked part with a sleeve. Because the crack took place in a minute housing, location of the defect, investigation of the cause, repair and inspection were all carried out while developing equipment that can operate entirely by remote control.

1 定期検査で水のにじみを発見

浜岡原子力発電所1号機（沸騰水型、出力54万kW）は、定期検査中の1988年9月17日、原子炉圧力容器下部に取り付けてあるインコアモニタハウジングの1本から水のにじみ（1滴/2～3秒）を確認した。

このハウジングは、全長約4 m、直径約5 cm、肉厚約6 mmのステンレス管で、圧力容器下部の内側に溶接により取り付けられている。

にじみは、ハウジングと圧力容器との間隙部から発生していた。（第1図）

2 調査、修理用工具は遠隔操作装置を開発

このハウジングの調査、修理を行うには、ハウジング寸法や取付場所から次の制約があった。

(1) 圧力容器内は、多種の機器、構造物が設置されており、放射線遮へいのために水が張られているため、圧力容器内側からハウジング取付部への接近は非常に困難である。

(2) ハウジングは、直径約5 cmの細い管であり、ハウジング下端から取付部まで約4 mの距離がある。

(3) 圧力容器下部は、他のインコアモニタハウジングや制御棒駆動機構ハウジング等が林立しており、作業スペースが狭い。（第2図）

このような条件を克服するため、調査、修理、検査は圧力容器の下部から行うことにした。

検査装置や工具は、伸縮自在な治具の先端に取り付け、遠隔操作できるものを開発した。

開発した装置、工具は、事前にハウジング取付部を模擬した試験体により、動作や精度の確認試験を行った。

3 にじみ箇所を特定するための調査

にじみ発生の原因となっているきずがどの部分にあるかを特定するため、次の調査を行った。

(1) ヘリウムリークテスト

ハウジング内にヘリウムを加圧封入して、ヘリウムの漏えいをテストした。

① 間隙部への漏えい

ハウジングと圧力容器との間隙部へのヘリウムの漏えいに対しては、圧力容器外側のハウジング周囲にガス溜めを設け、ヘリウム検出を行った。

② 圧力容器内への漏えい

また、圧力容器内へのヘリウムの漏えいに対しては、原子炉建屋5階面から原子炉内に水中テレビカメラをつり降ろし（距離約25m）、ヘリウムの気泡の発生を目視調査した。

(2) エアバブルテスト

① 間隙部への漏えい

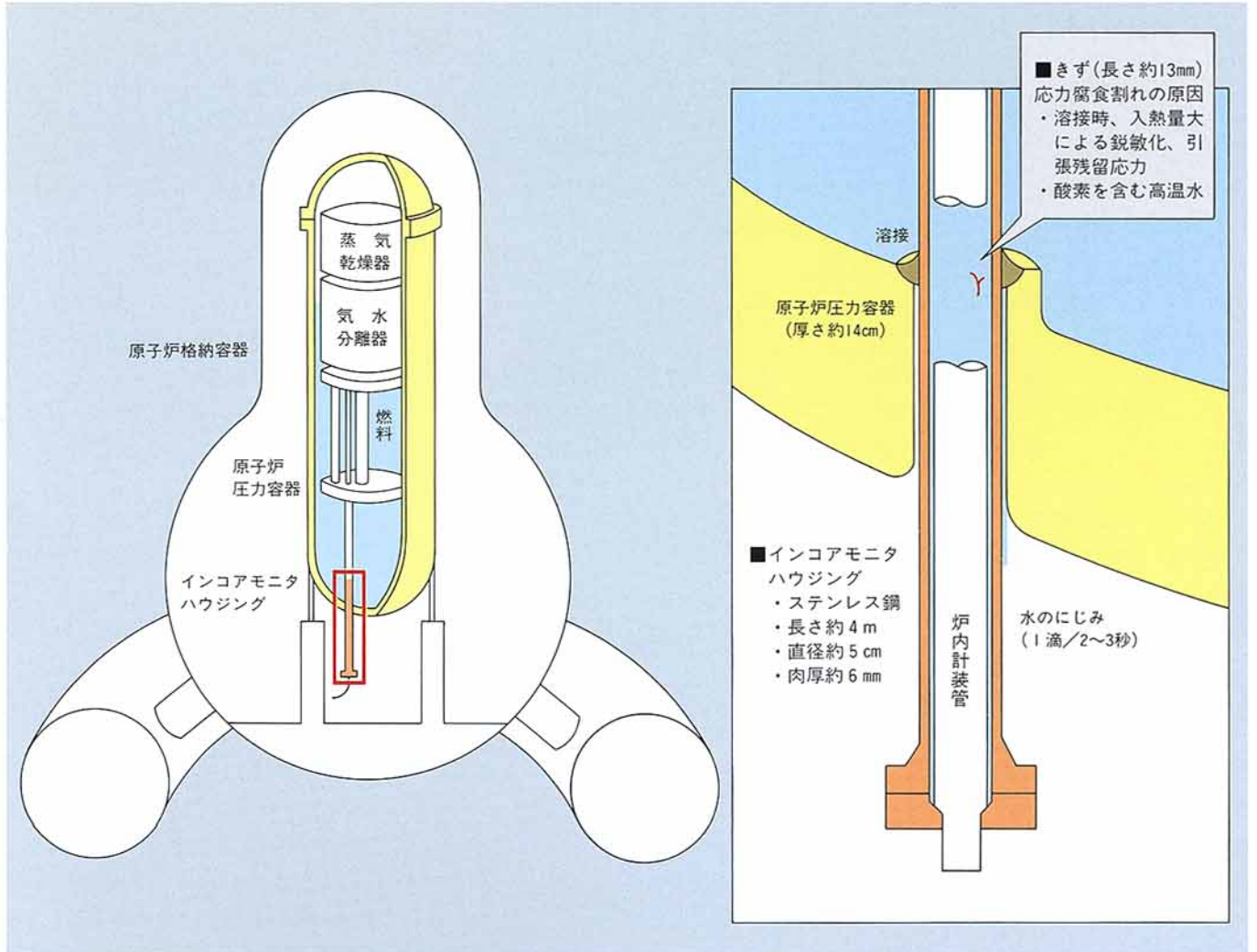
ハウジングと圧力容器との間隙部を空気で加圧し、ハウジング内部の圧力上昇の有無を調査した。

② 圧力容器内への漏えい

ハウジング内部およびハウジングと圧力容器との間隙部を空気で加圧し、圧力容器内への空気の漏えいを水中カメラで調査した。

(3) 調査結果

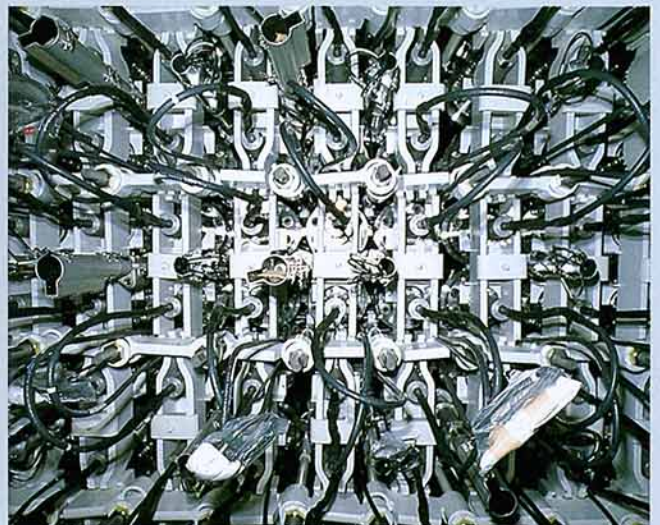
この結果、ハウジング取付部よりも下方に、ハウジングの管を貫通しているきずがあることが判明した。



第1図 水のにじみが発生したインコアモニタハウジング



低くて狭い作業スペース(浜岡訓練センターの同一模型)



制御棒駆動機構とインコアモニタのハウジングが林立

第2図 原子炉圧力容器の下部の作業環境