島根原子力発電所におけるチャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損に係る調査結果について（概要）

１．チャンネルボックス上部（クリップ）の点検結果

島根原子力発電所１，２，３号機の原子炉内及び燃料プール内に貯蔵されている燃料体について，チャンネルボックス（以下「Ｃ／Ｂ」という。）上部（クリップ）の外観確認を実施した（図１，２参照）。その結果は以下のとおり。

なお，一部欠損が確認されたＣ／Ｂは神戸製鋼所製および日立製作所製である。

（平成２４年９月１０日報告済み）

表１　一部欠損が確認されたＣ／Ｂの状況

号機	点検体数	一部欠損が確認されたＣ／Ｂ数	欠損部位の最大長さ
１号機	７９８体	１０体	約１８ｍｍ
２号機	２６４８体	３体	約２０ｍｍ
３号機	８７２体	０体	―

２．Ｃ／Ｂ上部（クリップ）に一部欠損が確認された燃料体の点検結果

Ｃ／Ｂ上部（クリップ）に一部欠損が確認された燃料体について，Ｃ／Ｂおよび燃料集合体の外観点検を実施した結果，当該の欠損以外，損傷，変形等の異常がないことを確認した。

なお，確認された欠損は，燃料集合体にＣ／Ｂを着脱するための治具を取り付けるクリップの接合部のみであり，欠損する範囲も限定されていることから，Ｃ／Ｂの機能（燃料体内の冷却材流路確保，制御棒ガイド機能等）には影響はない。

３．Ｃ／Ｂ上部（クリップ）の欠損に対する原因調査結果

設計欠陥，製造欠陥，腐食による損傷，接触による損傷についての調査を行うとともに，ＢＷＲ電力事業者共同で溶接不良に関する原因調査を実施した。

この結果，神戸製鋼所製Ｃ／Ｂでは，クリップ溶接時に当て金を使用したことにより，クリップ端部に加わる熱量が大きくなり，Ｃ／Ｂの材料であるジルコニウム合金に耐食性向上のために添加している鉄の濃度が低下した領域が増加したため，耐食性が低下し，腐食が発生して欠損に至ったものと推定した（図３，４参照）。

また，日立製作所製Ｃ／Ｂでは，溶接時の空気の混入により耐食性が低下し，腐食が発生して欠損に至ったと推定しており，溶接設備を更新した平成１４年以降に製造したＣ／Ｂには問題が発生していないことを確認した。

４．再発防止対策

神戸製鋼所製Ｃ／Ｂについては，品質の更なる向上の観点から，新たな溶接機を導入して溶接時にクリップ端部に加わる熱量を下げ，当て金を使用しない等の溶接方法の改善を行うこととする。

日立製作所製Ｃ／Ｂについては，溶接設備の更新後には問題が発生しておらず，新たな対策は不要と考えられるが，引き続き，溶接時の空気の混入を防ぐよう管理を求めていく。

５．欠損に伴い生じると考えられる金属片による原子炉施設への影響

欠損部の一部を採取し分析した結果，欠損部はジルコニウムの腐食生成物であり，もろく細かい粉体になることから，燃料，炉内構造物等の安全性に影響を与えることはないことを確認した。

図１　燃料集合体概要図（９×９燃料）

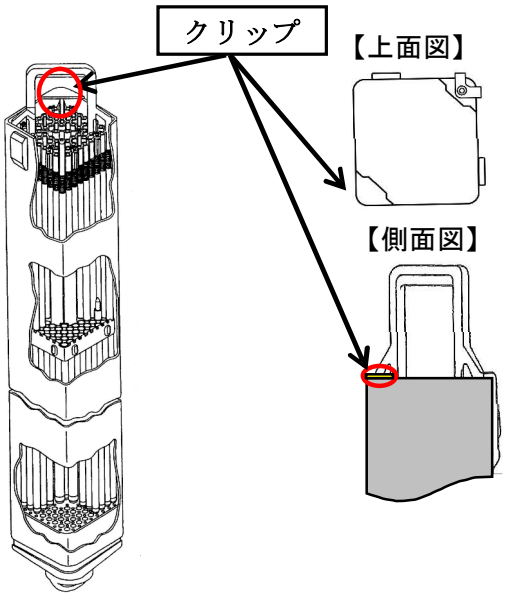


図２　欠損が確認されたＣ／Ｂ上部の状況（代表例）

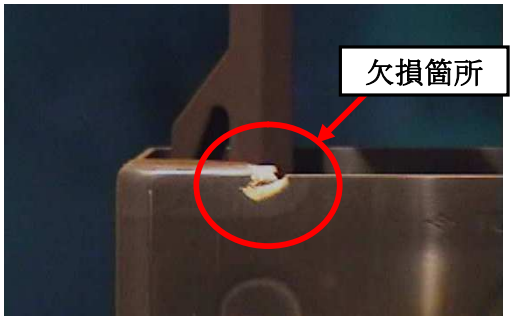
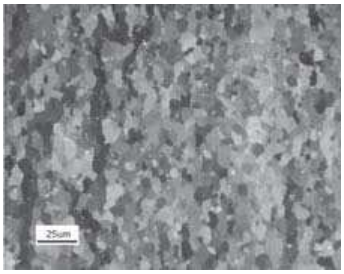
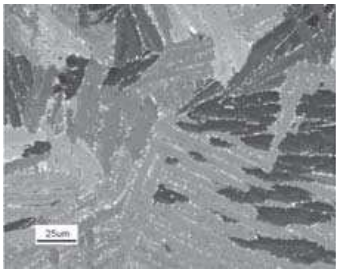


図３　Ｃ／Ｂ上部の母材および溶接部の組織観察結果（代表例）



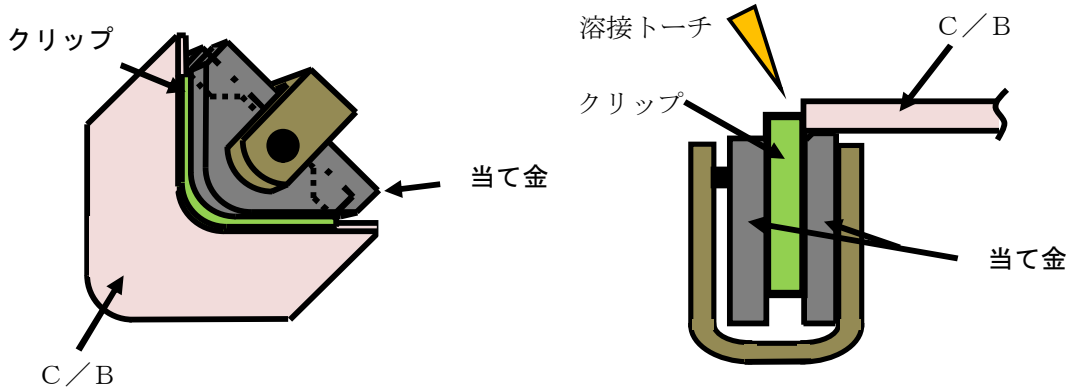
＜Ｃ／Ｂ母材部＞
粒状の組織が観察された。



＜溶接部＞
粗大化した針状の組織が観察された。
針状組織の境界には鉄が偏析しており，
針状組織内部の鉄濃度は低下している。

＜欠損が生じた推定原因＞
　クリップ溶接時に当て金（図４参照）を使用したために，クリップ端部に加わる熱量が大きくなり，針状組織の粗大化が進んだ。耐食性を向上させる鉄の濃度が低下した領域が増え，耐食性が低下したため腐食が発生し欠損に至ったと推定される。

図４　Ｃ／Ｂクリップ部溶接（概念図）



以　上