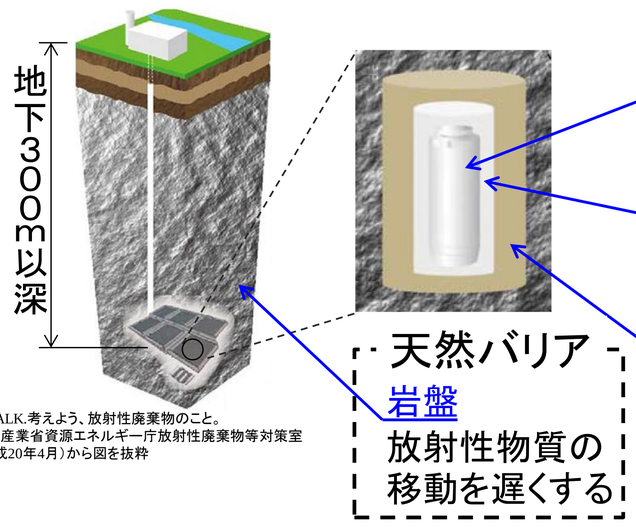
オーバーパックの健全性評価に関する研究
溶接部を対象とした腐食評価と構造評価

川久保　政洋、小林　正人、朝野　英一
公益財団法人　原子力環境整備促進・資金管理センター

はじめに



＊TALK.考えよう、放射性廃棄物のこと。
経済産業省資源エネルギー庁放射性廃棄物等対策室（平成20年4月）から図を抜粋

ニアフィールドにおける閉じ込め機能に対する信頼性の向上
目的：オーバーパックの閉じ込め機能に対する信頼性を向上させる

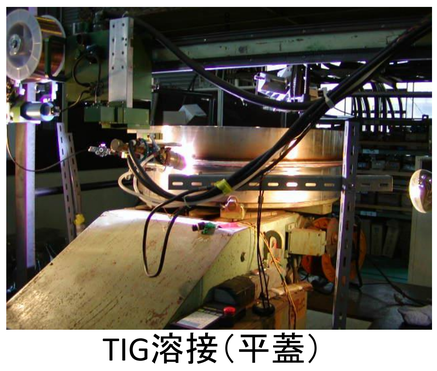
構造物の破損要因

破損モード	変形様式	破損の要因（OP破損要因）	主な特徴
静的破壊	弾性	脆性破壊	ガラスのように割れる
		応力腐食割れ	引張負荷下での割れ発生/進展
	弾塑性	延性破壊	延びて切れる
		座屈	圧縮荷重が限界値を超えて変形する破壊
		崩壊	圧縮荷重の増加とともに変形が進む破壊
		クリープ破壊	高温下でのひずみの増加
動的破壊	弾性	弾性破壊	衝撃荷重下での変形しない破壊
		高サイクル疲労	繰返し負荷によるき裂発生/進展
	弾塑性	弾塑性破壊	衝撃荷重下で塑性変形を伴う破壊
		低サイクル疲労	繰返し負荷によるき裂発生/進展
その他		腐食	全面腐食、局部腐食
		欠陥を起点とした破壊	き裂発生/進展

腐食評価　：【防止】局部腐食、応力腐食割れ、　【評価】全面腐食
構造評価　：【防止】崩壊、欠陥を起点とした破壊、【評価】弾塑性破壊

腐食評価

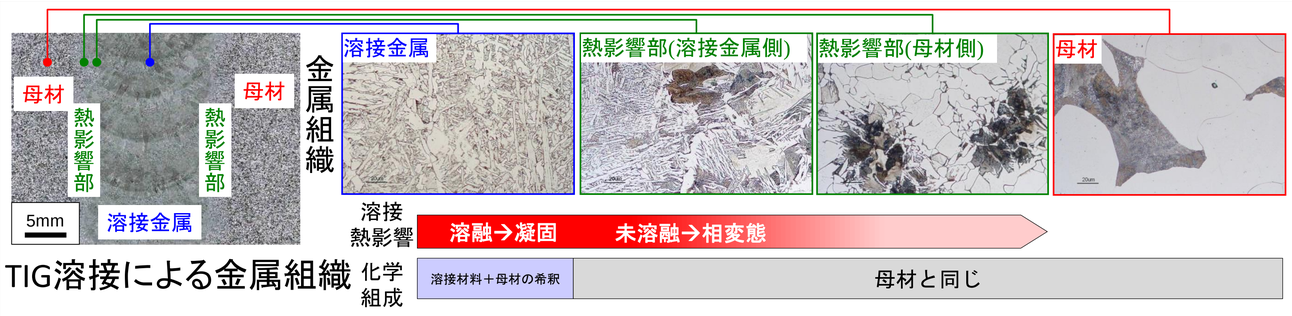
目的：溶接部の腐食におよぼす金属組織の不均一性の影響を調べる

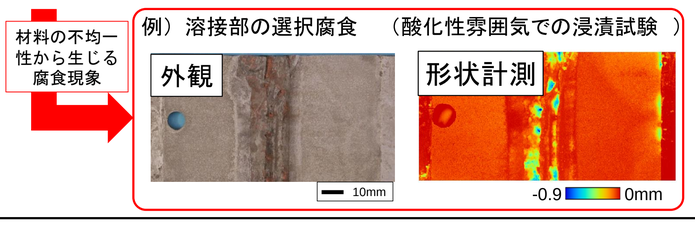

TIG溶接（平蓋）

TIG溶接（落し蓋）

オーバーパックの190mm厚板狭開先　全層溶接

【腐食に対する金属組織の影響】



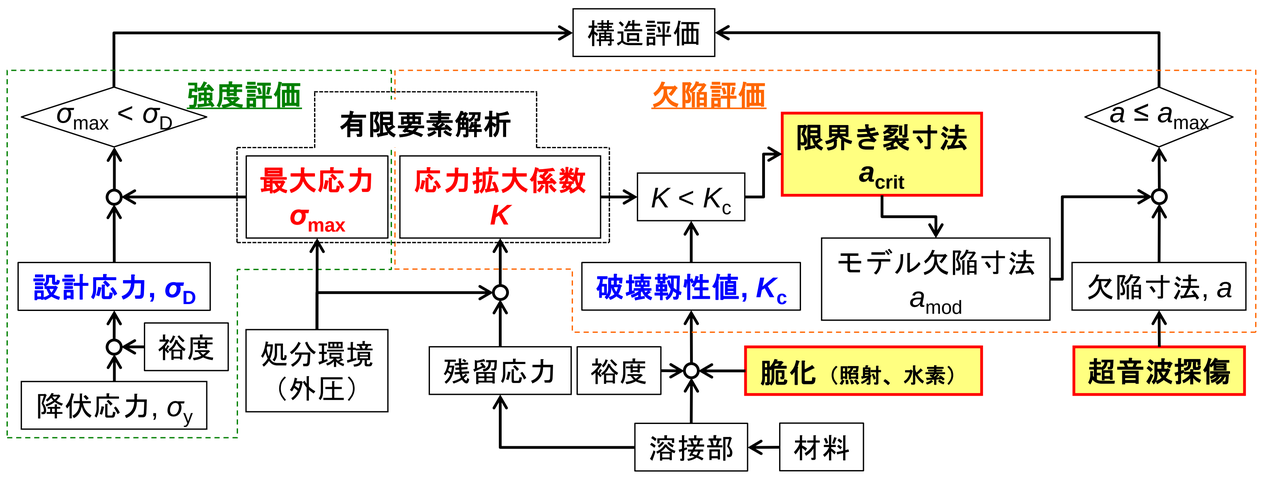


➢ 溶接部で選択腐食が確認されたことから、入熱による金属組織の違いが腐食挙動におよぼす影響を調べる必要がある。

TIG溶接、電子ビーム溶接により、同一の化学成分で金属組織の異なる試験体を製作
→H27年度から、選択腐食の発生要因を金属組織の観点から明らかにするための試験を開始

構造評価

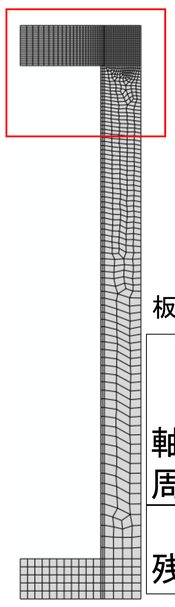
オーバーパックの構造評価に関する研究開発課題の整理

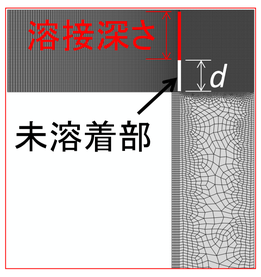


➢ 限界き裂寸法の取得
➢ 溶接欠陥寸法および位置の測定値の定量化
➢ 放射線照射および水素吸収による脆化量の予測

【有限要素解析による溶接深さおよび限界き裂寸法の算出（落し蓋形状）】

溶接深さの検討





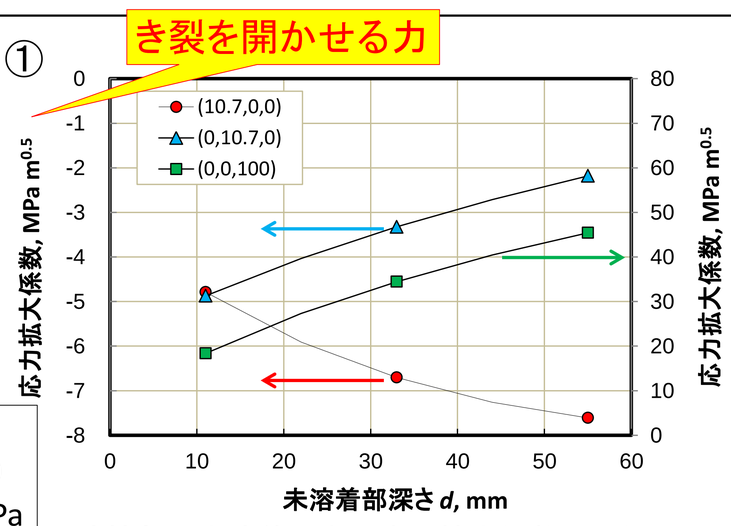
板厚：110mm（耐圧厚さのみ）

外圧の条件
（硬岩系、深さ1,000m）
軸方向応力 σ_z ：10.7 MPa
周方向応力 σ_z ：10.7 MPa

溶接残留応力の条件
残留応力　σ_R ：100 MPa

2次元解析用メッシュ分割

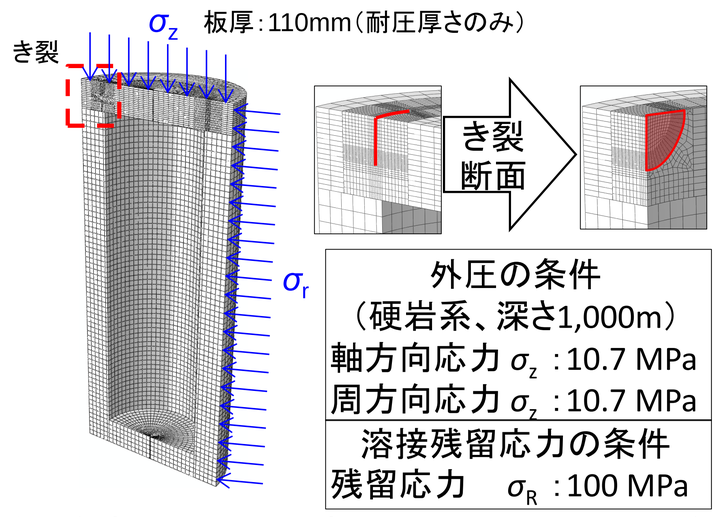
①



溶接部の未溶着深さと応力拡大係数の関係

➢ 未溶着部の深さが55mmでも、外圧では破損しない

限界き裂寸法の検討

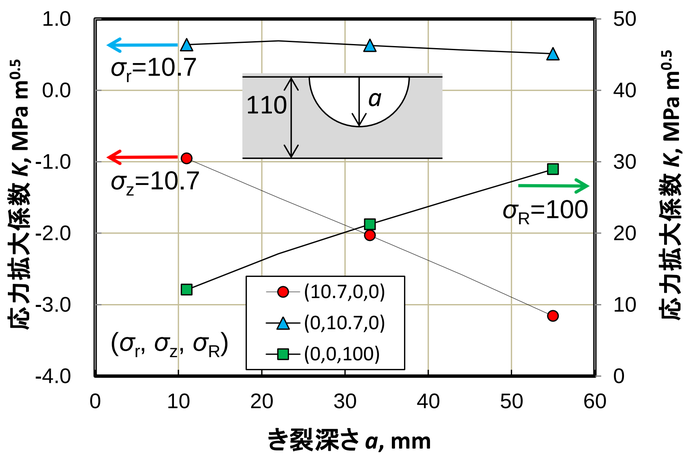


外圧の条件
（硬岩系、深さ1,000m）
軸方向応力 σ_z ：10.7 MPa
周方向応力 σ_z ：10.7 MPa

溶接残留応力の条件
残留応力　σ_R ：100 MPa

3次元解析用メッシュ分割

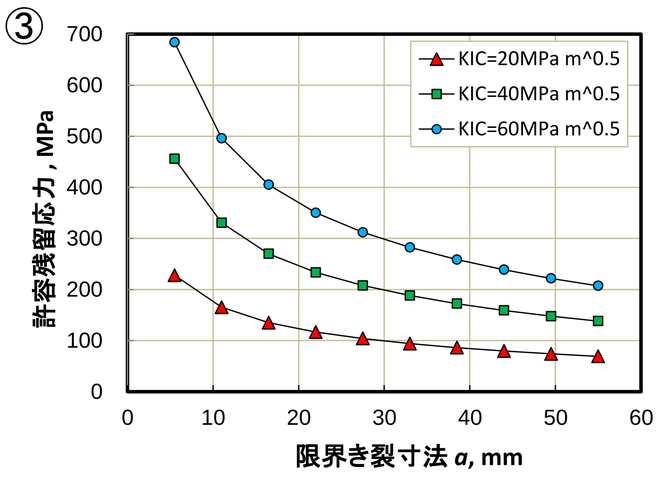
②



外側き裂先端の応力拡大係数の関係

➢ 欠陥を起点とした破損は、外圧では生じない

③



許容残留応力とき裂深さの関係

➢ 破壊靭性値の大きさにより、許容残留応力と限界き裂寸法が決まる

まとめ

オーバーパックの閉じ込め機能に対する信頼性を向上させるために、溶接部を対象とした腐食評価と構造評価について検討を行った。

【腐食評価】①　局部腐食の発生要因を金属組織の観点から明らかにする試験を開始した。

【構造評価】①　板厚110mmの場合、外圧によるき裂の進展は生じない。
②　耐圧厚さを全層溶接する必要はない。
③　溶接欠陥の寸法測定と破壊靭性値の推定の信頼性を向上させる必要がある。

本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成26年度地層処分調査等事業　処分システム工学確証技術開発」の成果の一部である。