

再処理施設 埋込金物の健全性確認の実施状況（概要）

1. はじめに

2015年8月、一般共同溝内の一般蒸気配管のサポートを固定している埋込金物（埋込金物の概要は参考資料参照）に浮き上がりを確認し、不適切な施工が確認されたことを受け実施している、以下の活動に一定の進捗があったことから、これらを含めてこれまでの実施状況および今後の対応についてまとめた。

- 再処理施設の全埋込金物を対象とした目視による浮き上がり等の異常がないかの外観確認
- 一般共同溝に設置されている記録不十分*1の埋込金物に係る超音波探傷試験（以下、「UT測定」という。）による健全性確認

*1 記録不十分：再処理施設に設置されている埋込金物のうち、2003年に実施した埋込金物健全性点検で、施工時の据付記録等から施工状態が適切であることを確認することが難しい埋込金物

2. 再処理施設の現状確認【再処理施設全体】

- 再処理施設の埋込金物約48.3万枚のうち、約35.7万枚（全体の約74%）を目視またはカメラ等の手段により外観を確認し、浮き上がり等の異常は確認されなかった。
- 外観確認が実施できなかった約12.6万枚（全体の約26%）に対しては、その周辺にコンクリート片が散在していないこと、関連する機器等からの漏洩の有無等の確認を行った結果、異常は確認されなかった。
- 上記の外観確認が実施できなかった埋込金物のうち、セル及びアクティブトレンチに設置されているものについては、引き続き確認方法を検討し、可能な限り目視等による外観確認を実施する。

3. 健全性確認のための現品点検の実施【一般共同溝】

- 一般共同溝に設置された埋込金物で、記録不十分と分類したもののうち、全てのスタッドジベルのUT測定可能なものに対し測定を行い、216枚の規格外（スタッドジベルが短い、曲げすぎ等と評価されたもの）の埋込金物を確認した。

【UT測定による評価結果（記録不十分）】

工区（施工会社）	健全な埋込金物	規格外の埋込金物		合計
		半数以上のスタッドジベルが規格外	半数未満のスタッドジベルが規格外	
大林組JV 中工区（大林1）	3,239	107	87	194
大林組JV 中工区（大林2）	483	0	5	5
熊谷組JV 北工区（熊谷1）	3,399	17	0	17
南工区	3,478		0*2	0
合計	10,599	124	92	216

*2 南工区では、上表以外に事務建屋への電源ケーブルトレイ等を支持している埋込金物26枚に規格外のものがあった。これら埋込金物も復旧措置を実施する。

- 配管サポート等によって物理的にUT測定できないスタッドジベルがある埋込金物約7800枚に対し、測定できるスタッドジベル（スタッドジベル全体のうち約85%）のUT測定を行い、健全であることを確認した。さらに、測定できなかった箇所に対する代替手段の一つとして磁気による探傷装置による測定方法を開発中であり、現在、埋込金物への適用性について検討を進めている。

4. 規格外埋込金物に係る原因調査【一般共同溝】・・・施工工区は別図参照

4.1 原因の推定

(1) 大林1

- 1) 2015年8月に浮き上がりが確認された埋込金物（以下「当該の埋込金物」という。）

○当該の埋込金物を観察した結果、スタッドジベルが根元から切断され、その近傍に点付け溶接されており、埋込金物の付け忘れ等が発生し、型枠を取り外さない状態で所定の位置に設置した後、スタッドジベルを再溶接したと推定した。

2) 当該以外の規格外の埋込金物

- 1998年から1999年に施工されたものであり、発生箇所は偏在している。
- 規格外の埋込金物が194枚あり、発生箇所が偏在していること、切断・再溶接と考えられるものが多いこと、埋込金物の施工管理に係る管理レベルが低かったこと等から、適切でない施工であることを知りながら行ったと推定される。

(2) 大林2

○規格外の埋込金物は全て1～2本のスタッドジベルが短い、もしくは曲げ過ぎと評価され、付け忘れにより発生したものではないと考えられる。

○聞取調査により、「設計で定める位置に埋込金物を収めるため、埋込金物の模型で曲げ角度や方向を決めてから、スタッドジベルをパイプで曲げる工夫をしていた」ことを確認した。

○規格外の埋込金物の発生数が極めて少なく、発生箇所がばらついており、また記録不十分な埋込金物全体に対する規格外の埋込金物の割合が非常に小さいことから、意図的なものではなく、鉄筋干渉を避けるために曲げすぎた・曲げ加工時にスタッドジベルに確認できない程度の傷が発生し、規格外となった可能性が高いと考える。

(3) 熊谷1

○規格外の埋込金物は、切断した後にスタッドジベルを一定の強度を確保する意図で全数隅肉溶接にて代替していると推定されること、規格外発生箇所は洞道断面が変化し構造が複雑な箇所に限定されること、記録不十分な埋込金物全体に対する規格外の埋込金物の割合が非常に小さいこと等から、施工において段取り替えが多く、作業が輻輳し埋込金物を付け忘れしやすい特殊な箇所において、規格外が発生したものと推定する。

4.2 埋込金物の施工管理

埋込金物施工当時の施工管理については、施工不具合等を受け、都度変更がなされていることから、当時の施工管理の状況について調査を行った。以下に、現状の調査結果を示す。

(1) 大林組JV

○一般共同溝において記録不十分とした埋込金物は、1999年までに施工されており、記録十分*3とした埋込金物（アクティブトレンチも同様）は2000年以降に施工されている。

○施工当時の記録等を確認した結果、1999年までは、コンクリート打設前後の埋込金物位置を確認するなどの埋込金物に着目した施工管理は行われていなかったが、2000年からは、コンクリート打設前後の埋込金物位置の確認記録を作成する等、埋込金物に係る施工管理を強化している。

*3 記録十分：再処理施設に設置されている埋込金物のうち、2003年に実施した埋込金物健全性点検で、施工時の据付記録等から施工状態が適切であることが確認可能と分類された埋込金物

(2) 熊谷組JV

○一般共同溝において記録不十分とした埋込金物は、2001年3月までに施工されており、記録十分とした埋込金物は2001年4月以降に施工されている。

○施工当時の記録等を確認した結果、2001年3月までは、コンクリート打設前後の埋込金物位置を確認するなどの埋込金物に着目した施工管理は行われていなかったが、2001年4月からは、コンクリート打設前後の埋込金物位置の確認記録を作成する等、埋込金物に係る施工管理を強化している。

上述のように施工管理レベルの違いを踏まえ、記録十分とした一般共同溝等の上記JVが施工した埋込金物に対し、UT測定を行った結果、規格外の埋込金物は確認されなかった。このことから、記録十分とした埋込金物は、概ね適切に施工されていると考えることもできる。記録十分の信頼性を向上させるためのUT測定について、実施方法を検討する。

5. 2003年埋込金物健全性点検の検証【再処理施設全体】

「2003年に実施した埋込金物健全性点検で記録十分に分類された埋込金物」等に対し、健全性の評価等が適切であったかを確認するために、記録が十分であることの評価および当時の抜き取り率の設定、サンプリング方法の妥当性に係る検証を行った。

(1) 記録十分と評価した埋込金物（約23.6万枚）に対する記録の再確認

○2003年点検時には、判定項目「①要領書類：要領書類に埋込金物の位置測定の記事があること」、「②埋込金物位置の記録：コンクリート打設前後での埋込金物の位置測定記録があること」、「③スタッドジベル状態の確認：スタッドジベル切断等の確認記録があること」を全て満足するものは「記録十分」な埋込金物、それ以外を「記録不十分」な埋込金物とした。大林1の埋込金物施工時期と2003年点検時の判定項目による施工管理の管理レベルの向上に係る経緯を下表に示す。

【大林1の施工管理の管理レベル（品質レベル）向上の経緯】

埋込金物の施工時期	判定項目			記録
	①要領書類	②埋込金物位置の記録	③スタッドジベル状態の確認	
1996年～	○	×	○	不十分
2000年～	○	○	○	十分

凡例) ○：満足する、×：満足しない

○大林1の埋込金物の③の記録は、「施工要領書等にスタッドジベルの絵が記載されており、かつ外観検査記録で良としているもの」であり、具体的なスタッドジベル状態の確認結果がなく、検査要領書等でスタッドジベル状態が確認対象とされているわけではない状況で、外観を「良」としているものことから、スタッドジベルに係る状態確認の裏付けが弱いと考えられ、このうち1999年以前に施工されたもの（上表の「1996年～」の欄：埋込金物に着目した施工管理が行われていなかったため、②の記録がなく記録不十分に分類）の中に規格外の埋込金物が確認された。

○一方、2000年以降に施工管理の品質が向上した状態で施工された記録十分の埋込金物に係る③の記録については、UT測定において規格外のものがなかったことから相応に信用できる。

○したがって、記録十分については、③の記録を確認した上で、裏付けが弱い記録について②の記録が残されていることを確認することにより、信頼性を確認できるものとする。

(2) 抜き取りの考え方の妥当性の確認

○2003年の点検時の記録十分な埋込金物に対する抜き取りおよび記録不十分な埋込金物に対する抜き取りは、下表の考え方で行われた。

【現品点検の当初の考え方の概要】

埋込金物の分類	現品点検の程度	
記録十分	抜き取り：使用済燃料受入れ・貯蔵施設/再処理施設本体ごと500枚を元請会社に均等配分し、これを施工会社に比例配分	
記録不十分	①	全数
	②	抜き取り：元請会社10%を施工会社に比例配分
	③	抜き取り：元請会社500枚を施工会社に均等配分

<「記録不十分」の区分>

- ①過去にスタッドジベルを切断したことがある施工会社の施工範囲
- ②上記①の施工会社分を除き、過去にスタッドジベルを切断したことがある元請会社の施工範囲
- ③上記②以外の元請会社の施工範囲（大林1の規格外194枚が含まれる）

【記録十分な埋込金物】

○記録十分な埋込金物は、記録の信憑性を確認するため、「計数規準型一回抜取検査（JIS Z9002）」を準用して母集団ごとに500枚の抜取検査を計画した。抜き取りに当たっては、施工時期が異なる使用済燃料受入れ・貯蔵施設（1994年～1995年）と再処理施設本体（1995年～）を独立した母集団とした。

○記録十分な埋込金物が多かったため、元請会社ごとに1%（500枚を上限）を満足するよう追加する等、点検当初の考え方より多くを抜き取って現品点検を実施しており、実績としては約4200枚と計画より多くの抜取検査が実施されたことから、適切な抜取検査が実施されたものと考えられる。

【記録不十分な埋込金物】

○2003年点検時の大林1の記録不十分な埋込金物に対する抜き取りについて、150枚の現品点検が実施されたが、規格外の埋込金物を確認できなかったことには、以下の要因が考えられる。

- 抜き取りは母集団から極力均等に実施しようとしたが、規格外は均等に分布しているわけではなく、集中している区域もあったこと
- 150枚という抜取数は、複数の元請会社で施工した一般共同溝およびアクティブトレンチからなる「洞道」を一つの母集団に設定できると考え「洞道500枚」として設定したものであり、先の表のように「元請会社500枚」としなかったこと

○上記を踏まえると、適切でない施工をされた埋込金物を一定の抜き取りで確認できる可能性は、作業手順にばらつきがない等、均質な母集団ととらえることができる等の条件が必要と考えられ、このことも考えた上で記録不十分に対する検証方法を検討する必要があるものと考えられる。

6. 健全性が確認されなかった埋込金物に対する処置【一般共同溝】

○「3. 健全性確認のための現品点検の実施」において、規格外となった埋込金物216枚のうち、大林1施工分については、未使用分（56枚）を除き91枚について復旧に向けた措置（応急措置）を行った。残りについても仮設サポート等の必要な補強を行っており、順次復旧に向けた措置を行う。

○大林2、熊谷1施工分についても、応急措置実施に向けた設計検討を行っている。

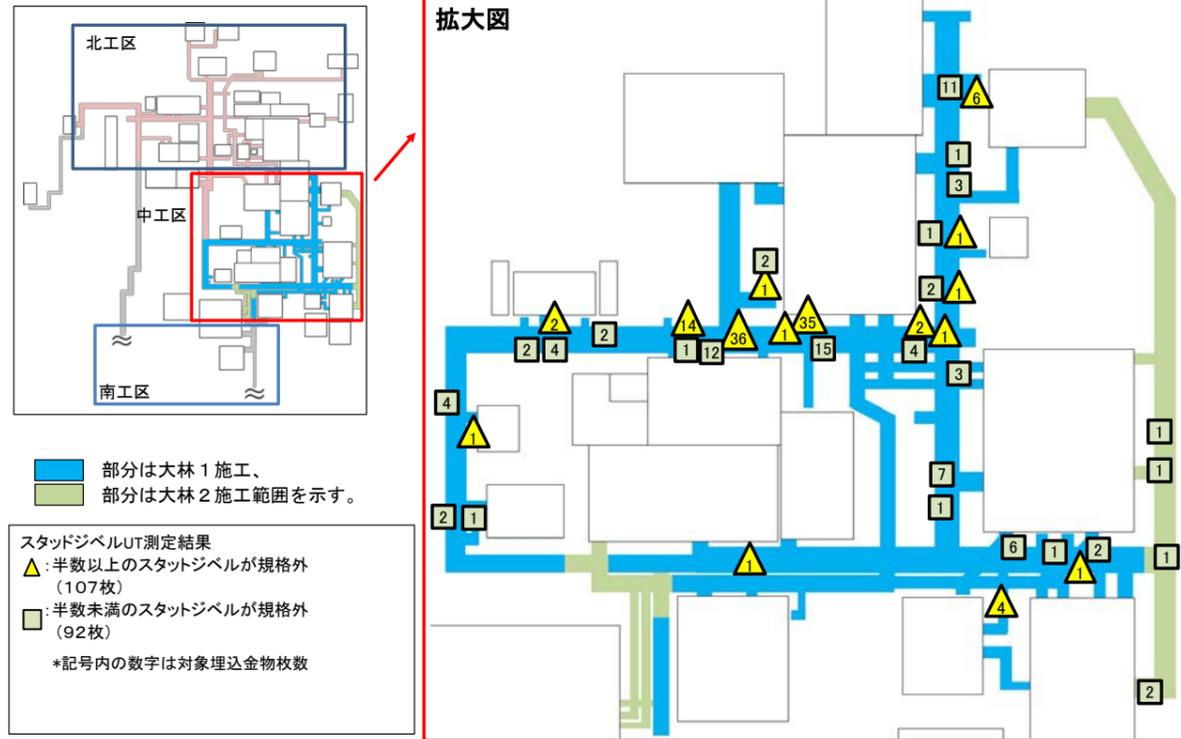
7. 今後の対応

○今後、以下の活動を継続的に実施していく。

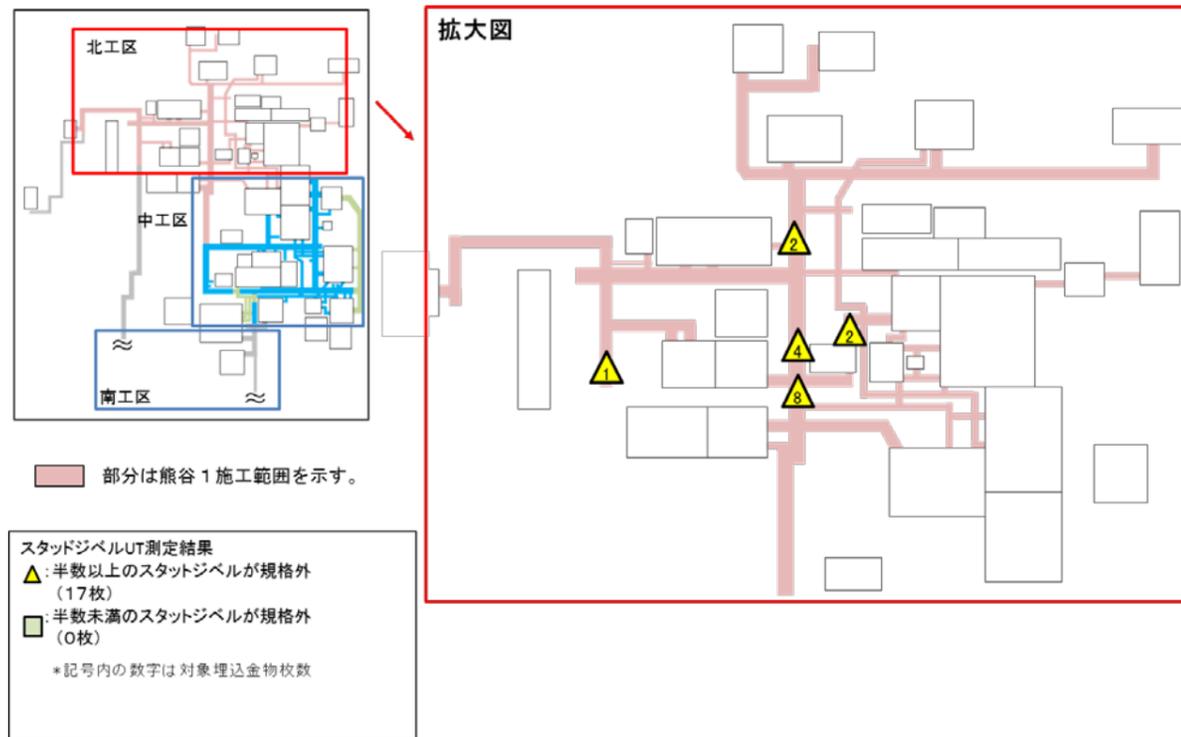
- UT測定による現品点検は、記録不十分のものについて各建屋への展開を順次実施する。
- 配管サポート等によりUT測定できず現品点検できないスタッドジベルに対して、代替手段である磁気による探傷装置の埋込金物への適用性を確認したうえで、磁気による探傷装置での確認等により健全性を確認する。
- 引き続き、記録十分の埋込金物の記録の再確認を行う。また、記録十分の信頼性を向上させるためのUT測定について、実施方法を検討する。
- 2003年点検時に構造物を支持しない等で点検対象外とした埋込金物の考え方の妥当性を再度確認する。
- UT測定により規格外と判断した埋込金物の復旧に向けた措置を実施する。

以上

別図



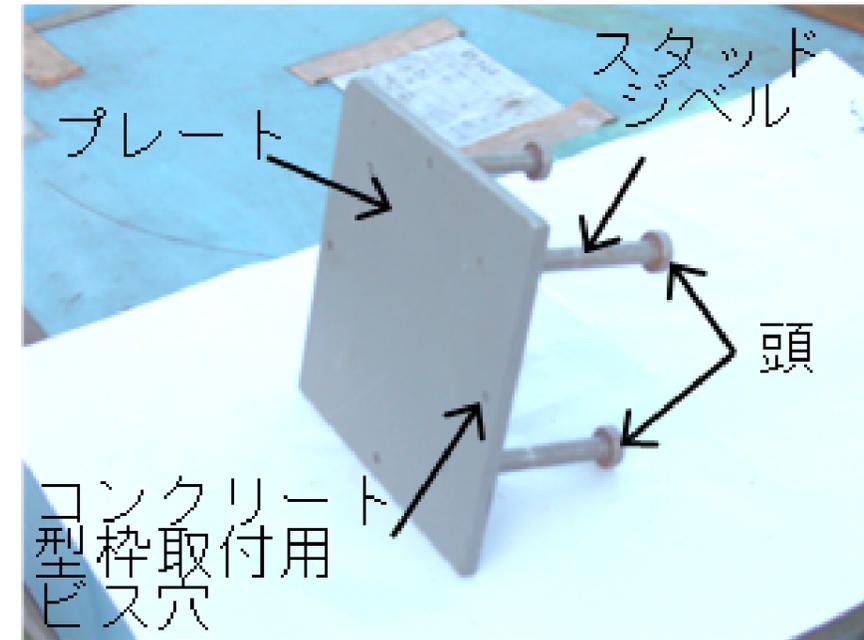
【規格外の埋込金物 位置図 (中工区)】



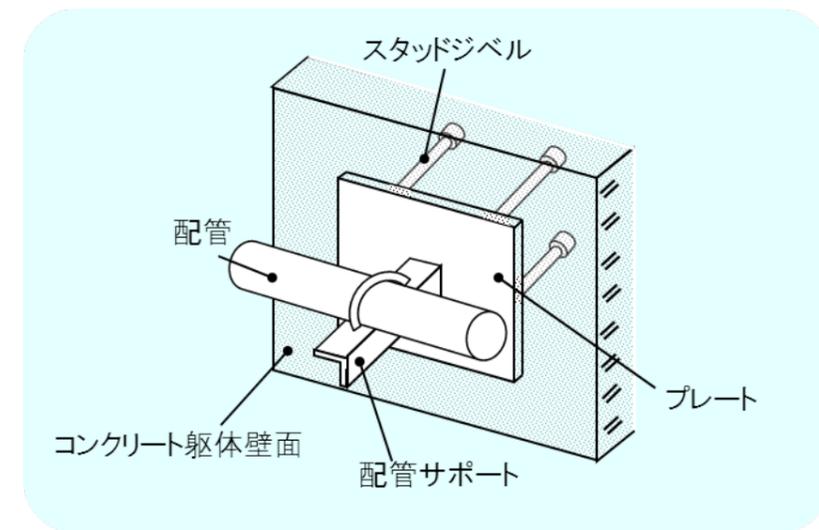
【規格外の埋込金物 位置図 (北工区)】

埋込金物とは

- 機器・配管等の支持構造物を床・天井・壁等に固定するコンクリート内に埋め込む金物。
- 矩形のプレートにスタッドジベル(頭付き丸棒)を溶接/ねじ込みで取付けた構造。用途・荷重により、いろいろな大きさのものがある。
- スタッドジベルは、機器・配管等から加わる力をコンクリートに伝え、支える働きをする。



埋込金物 (標準タイプ)



埋込金物 使用状況