
MOX燃料加工施設 燃料加工建屋の鉄筋健全性

2020年10月30日



日本原燃株式会社

1. 事象の概要

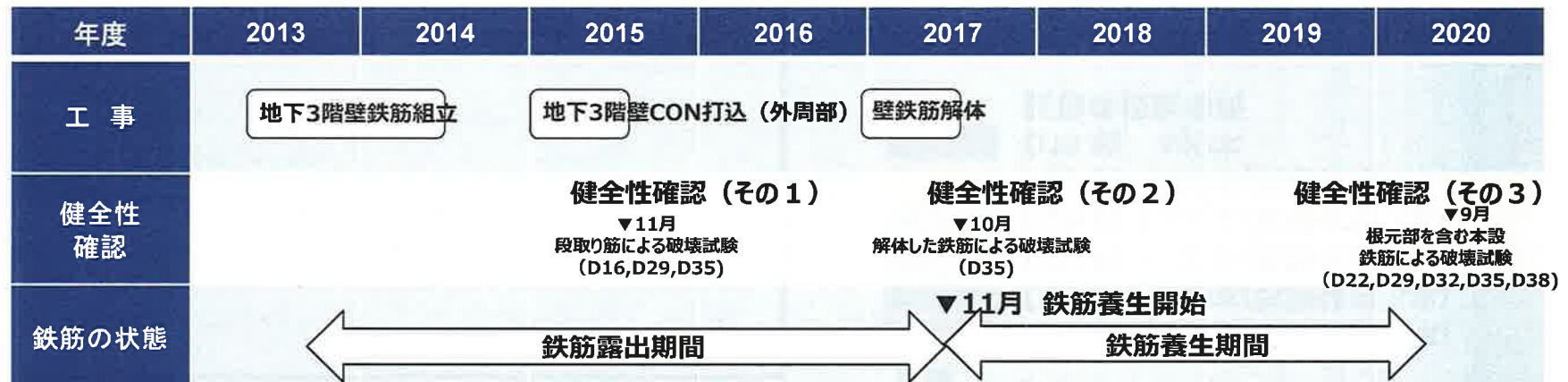
- MOX燃料加工建屋は、2013年地下3階工事を開始し、工事期間中の2017年まで組立途中の壁鉄筋が屋外に露出していた。なお、2017年から2020年までは腐食抑制養生を施していた。
- 2020年9月、建築工事の再開にあたり、長期間屋外露出された鉄筋の健全性を確認するため、2013年より現場に設置されている本設鉄筋(床の差し筋)から各径毎に3本の試験体を基礎をはつって取り出し、JIS規格※の引張試験(降伏点、引張強さ、伸び)を実施した。
- D35及びD38の試験体では、錆による腐食は見られたものの、「降伏点」、「引張強さ」及び「伸び」のJIS規格値を満足していることを確認した。
- D22、D29及びD32の試験体では、「降伏点」及び「引張強さ」はJIS規格値を満足していたものの、「伸び」がJIS規格値を満足していなかった。

※ JIS G 3112 鉄筋コンクリート棒鋼

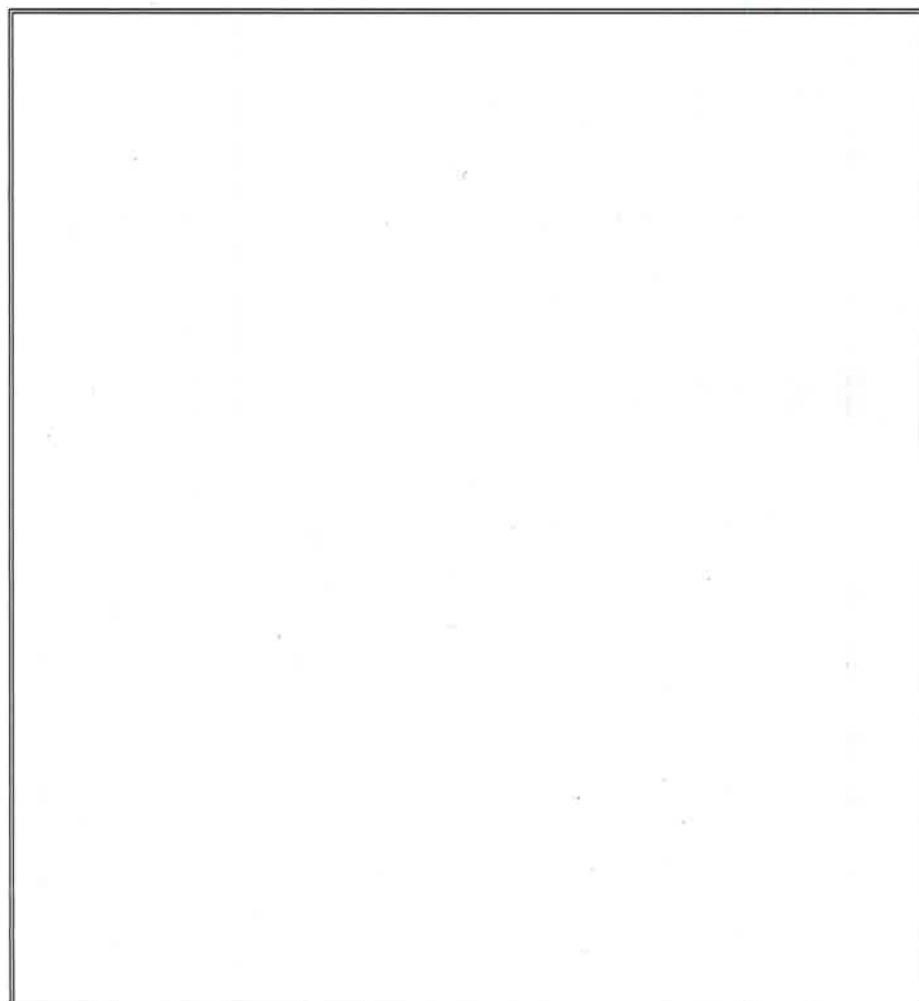
2. 経緯



- 2013年地下3階の壁の差し筋の工事を開始。
- 2014年に使用前検査(材料検査)を受検し、ミルシートによりJIS規格値を満足していることを確認した。
- 2015年から2020年 新規制基準対応により工事中断
- 2017年、新規制対応により開口位置や埋金位置の変更が生じ、鉄筋の解体作業を実施。その後、差し筋の腐食抑制養生を実施した。
- 2015年11月及び2017年10月に露出鉄筋の健全性を本設鉄筋と同一環境下にあった段取り筋及び解体した鉄筋を用いて健全であることを確認した。(但し、差し筋の根元部の調査は実施していない)



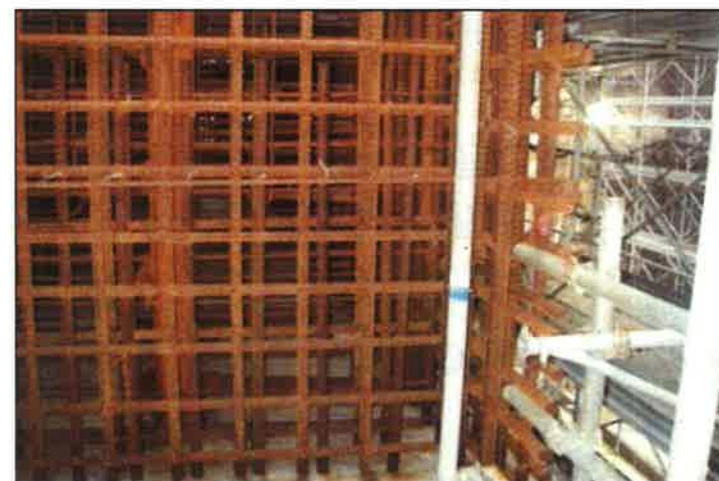
3. 抜き取り試験体



地下3階平面図

凡例

- :D38 約 9,000本(試験体数 3本)
- :D35 約 7,200本(試験体数 3本)
- :D32 約 1,100本(試験体数 3本)
- :D29 約 1,000本(試験体数 3本)
- :D22 約 600本(試験体数 4本)
- :D16 約 400本
- :試験体採取場所



2015年11月頃撮影(鉄筋解体前)

地下3階現場写真

は核不拡散上の観点から公開できません

4. 抜取り試験結果



第三者機関にて引張試験を実施した結果は以下の通り。
 参考に納入時との比較としてミルシートの値も併記する。

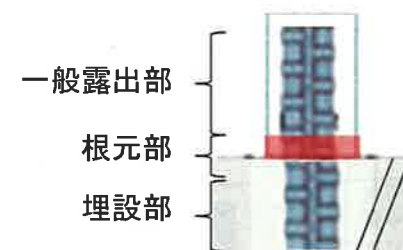
鉄筋径 (試験数)	降伏点 (N/mm ²)		判定	引張強さ (N/mm ²)		判定	伸び (%)		判定
	試験結果と納入時の比較	試験結果と納入時の比較		試験結果と納入時の比較	試験結果と納入時の比較				
D22 (4本)			○		○	○	NG 最大値: 14 最小値: 12 平均値: 13		
D29 (3本)			○		○	○	NG 最大値: 18 最小値: 18 平均値: 18		
D32 (3本)			○		○	○	NG 最大値: 18 最小値: 17 平均値: 17		
D35 (3本)			○		○	○	○ 最大値: 20 最小値: 18 平均値: 19		
D38 (3本)			○		○	○	○ 最大値: 21 最小値: 15 平均値: 18		

●---● □ JIS規格値

5. 「伸び」の低下の推定原因

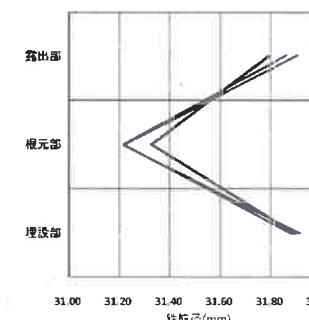
■ 推定原因

- 現場から採取した試験体は、一般露出部に比べ、根元部の径が減少している傾向にあった。
 また、右図に示す部位別の鉄筋断面積比から根元部が埋設部や一般露出部に比べ面積も減少していることが伺える。
- 鉄筋の腐食による断面減少と「伸び」に相関があることが報告※されており、根元部の鉄筋腐食が「伸び」の低下の原因であると推定している。
- 根元部の腐食代は鉄筋径に関わらずほぼ一定であると考えられることから、太径鉄筋の断面積の減少率は、細径鉄筋に比べて小さい。
 そのため、D35, D38の太径鉄筋が「伸び」を含むJIS規格値を満足していたものと思われる。



試験体の現場における模式図

D32



試験体の部位別の鉄筋径 (D32の例)



試験体根元部の状況写真

※ 山本貴士, 宮川豊章: 鉄筋腐食を生じた鉄筋コンクリート構造部材の力学的性能, Journal of JSCE, Vol.56, No.8, 684-693, aug. 2007
 塩害による腐食が鉄筋の力学的性状に与える影響, コンクリート工学論文集 第19巻第3号 2008年9月

6. 試験結果のまとめと今後の対応



■まとめ

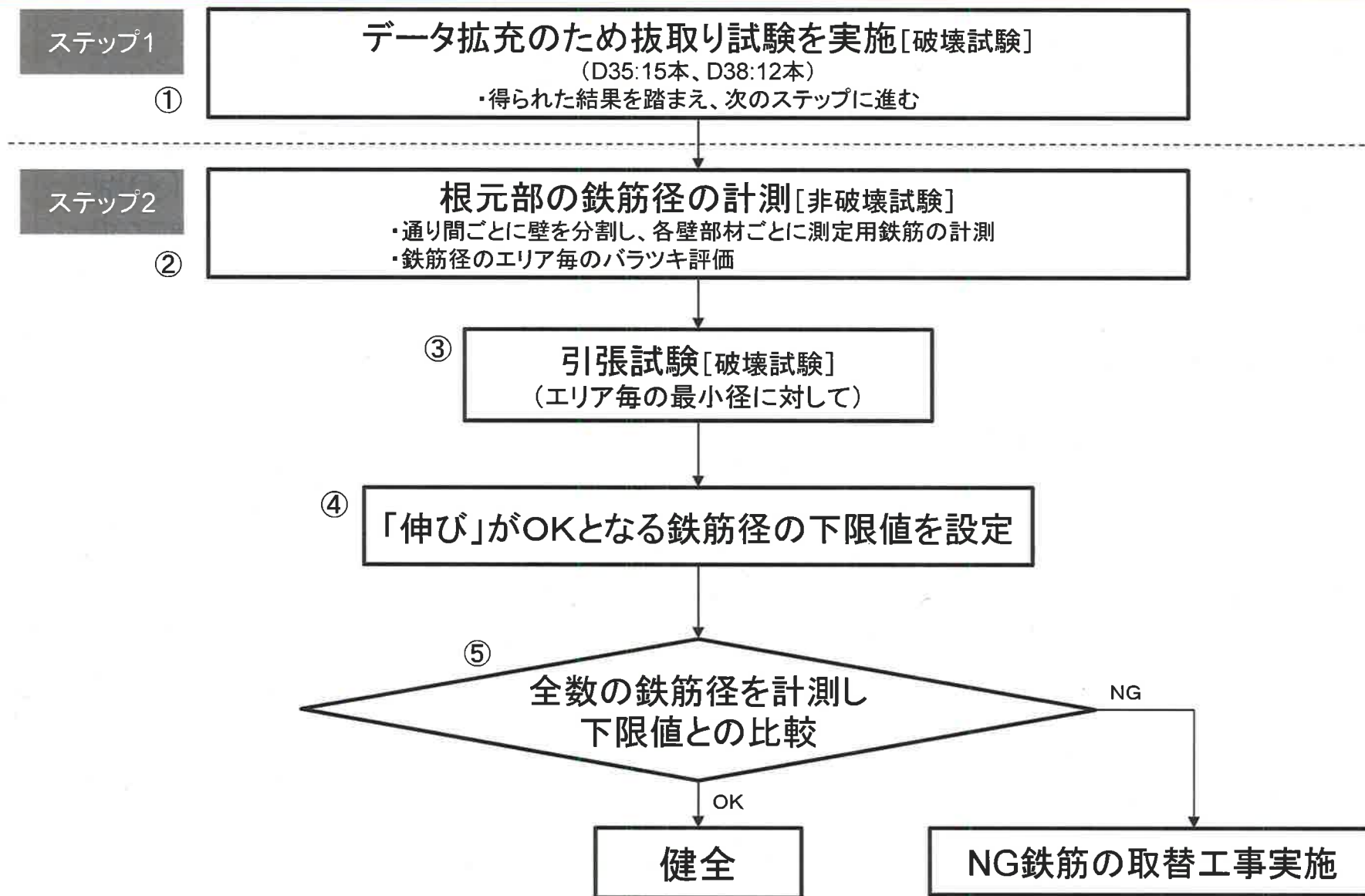
- D32以下の鉄筋については、JIS規格値の「伸び」を満足していないことから、取替工事を計画する。
- D35、D38の鉄筋については、鉄筋径の減少率がD32以下に比べ小さいこともあり、抜取試験ではJIS規格値を満足している。なお、建屋全体の鉄筋の健全性を確認するため、以降に示す「引張試験」と「根元部の径の計測」を実施する。

■D35・D38鉄筋の健全性確認方法について

従来はミルシートにより鉄筋がJIS規格値を満足していることを確認していたが、今回は施工済みの鉄筋に対して、8頁以降に示す「引張試験」や「根元部の径の計測・評価」によりD35、D38の「降伏点」、「引張強さ」及び「伸び」がJIS規格値を満足していることを確認する。

また、得られた試験結果等のデータをもって自主検査記録とし、既認可範囲の工事を実施する。

7. D35・D38鉄筋の健全性確認フロー



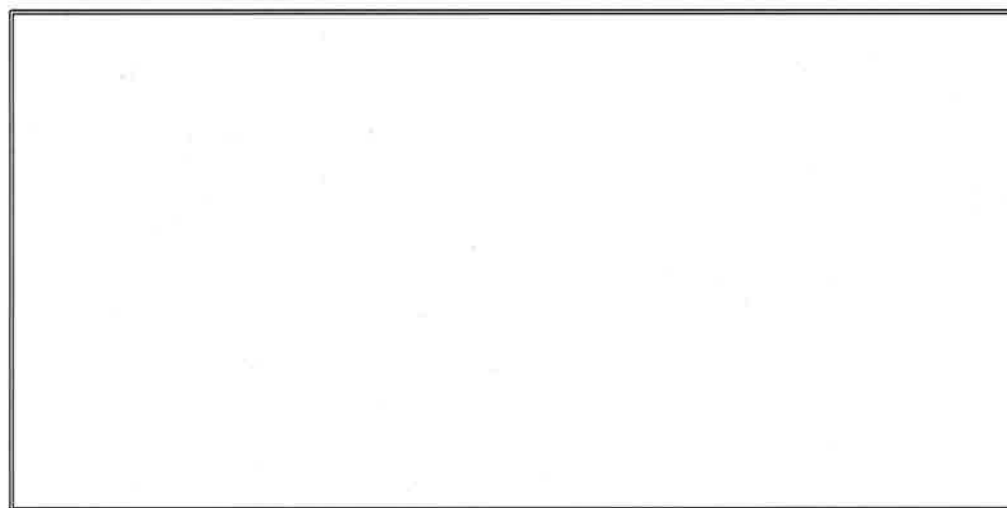
8. D35,D38鉄筋の健全性確認ステップ(1/2)



■ステップ1 [データ拡充用引張試験]

- ① 先に実施した3本の引張試験に加え、データ拡充のため下図に示すエリア毎に3本の引張試験を実施する。(D35が合計15本、D38が合計12本)

なお、得られた結果を踏まえ、次のステップに進む。



分割エリア(D35)

分割エリア(D38)

 は核不拡散上の観点から公開できません

8. D35,D38鉄筋の健全性確認ステップ(2/2)

■ステップ2 [根元部鉄筋径の計測]

- ② 建屋全体の状態を把握するため通り間ごとに分割した壁をひとつの単位(壁部材)とし、その壁部材毎に3本の鉄筋を選定し、鉄筋径を測定する。
また、鉄筋径のエリア毎のばらつきを分散分析により評価する。
- ③ P9に示したエリア毎に最小径の鉄筋をはつって取り出し、引張試験(破壊試験)を行う。
- ④ 伸びがOKとなる鉄筋径の下限值を設定する。
- ⑤ 全数の鉄筋の径を設定した下限値と比較し、NG(下限値径を下回る)鉄筋については、取替工事を行う。

	壁部材数 (測定箇所)	(参考)施工数量
D38	36部材 (108箇所)	約9,000本
D35	68部材 (204箇所)	約7,200本