

重大事故等対策の有効性評価
「添付資料3.3.2 水蒸気爆発の発生を
想定した場合の格納容器の健全性への
影響評価」より抜粋

MCC I 対策施工に伴う床スラブの補強について

SEが発生した場合のペDESTAL構造健全性評価に用いたLS-DYNAコードでは、MCC I対策であるスリット状排水流路の施工時に、既設コンクリートの表面をコンクリート標準示方書〔施工編〕に基づく適切な打継処理をしたのち、コンクリートを打継ぐことで、コンクリートの一体性を確保することから、一体打設コンクリートと同等の構造強度が確保できることを前提にモデル化している。一方で、SEの発生はこれまでの知見から発生確率は極めて低いと考えられるものの、万が一発生した場合には、特に床スラブに対して大きな衝撃荷重が負荷されることが考えられる。このため、念のための更なる安全性向上対策として、MCC I対策の施工に併せて床スラブの構造強度の向上を図る。ここでは、床スラブの補強に関して、補強の効果、工事の成立性及び悪影響の有無について説明する。

1. MCC I対策の施工概要

第1図に示すとおり、ペDESTAL内で水蒸気爆発が発生した場合、爆発荷重が床スラブに伝達し、打継目を含む床スラブ端部ではせん断力が作用する。また、MCC I対策の施工に当たっては、一度床スラブ全面を研り、その後、スリット状排水流路を設置した上で、再度コンクリートを打継ぐ計画である。その際、第2図に示すように、新規の差筋を追加することで床スラブのせん断耐力を向上させる補強を行う。

2. 床スラブの補強

(1) 補強の効果

床スラブの補強は、断面に生じるせん断力を全て追加の差筋で負担するものと仮定して設計する。国内の既存鉄筋コンクリート造建築物を対象とした、あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針（国土交通省，平成18年5月）において示されている，あと施工アンカーを用いた接合部のせん断耐力の算定式に基づき，コンクリート打継ぎ後に必要な構造強度が確保できることを確認する。

①設計断面積（D29 鉄筋 3 段×136 本，D22 鉄筋 1 段×136 本）※

$$\alpha_e = (3\alpha_{s29} + \alpha_{s22}) \cdot n \doteq 314,744 \text{ [mm}^2\text{]}$$

ここで，

α_e : 設計断面積 [mm²]

α_{s29} : D29 鉄筋公称断面積 = 642.4 [mm²]

α_{s22} : D22 鉄筋公称断面積 = 387.1 [mm²]

n : 配筋本数 = 136 [-]

※ 配筋設計は今後の設計進捗により，安全裕度を低下させない範囲で変更する可能性がある。

②あと施工アンカーを用いた接合部のせん断耐力（接着系アンカー）

$$Q_a = 0.7\sigma_y \cdot \alpha_e \doteq 76.0 \times 10^6 \text{ [N]}$$

ここで，

Q_a : あと施工アンカーを用いた接合部のせん断耐力 [N]

f_y : 鉄筋の規格降伏点強度 = 345 [N/mm²]

α_e : 接合面におけるアンカー筋の断面積（設計断面積） [mm²]

③打継ぎコンクリート部に発生するせん断力

$$Q_c = \tau_c \cdot d \cdot t \cdot \pi \doteq 71.8 \times 10^6 \text{ [N]}$$

ここで，

Q_c : 発生せん断力 [N]

τ_c : 発生せん断応力度 (L S - D Y N A 解析) = 3.70 [N/mm²]
 d : ペDESTAL床スラブ打継ぎ直径 = [mm]
 t : ペDESTAL床スラブ打継ぎ高さ = [mm]

④せん断耐力と発生せん断力の比

$$\frac{Q_a}{Q_c} \doteq 1.05$$

以上より、D29 鉄筋 (4 段×136 本) 及び D22 鉄筋 (1 段×136 本) の差筋により、全ての発生せん断力を負担すると仮定しても約 5% の設計余裕が確保できる。

(2) 工事の成立性

- ①既設鉄筋の最小ピッチは mm 程度であり、差筋 (D29 又は D22) 用の削孔の施工は可能である。
- ②ペDESTAL壁面に差筋用の削孔をする際は、ハンマードリルで穴を開ける。ハンマードリルは鉄筋を切断しないため、鉄筋の誤切断を回避できる。
- ③差筋の固定にはセメント系アンカー (接着剤) を使用し、耐環境性に優れたものを選定する。また、使用するセメント系アンカーは既設コンクリートよりも付着強度や圧縮強度に優れたものを選定する。
- ④既設鉄筋ピッチを確認するため、一部は表面の鉄筋まで研り出し、既設鉄筋位置を目視にて確認して削孔位置を決める。
- ⑤差筋の施工管理として、削孔後の穴を清掃し異物を除去する。その後掘削深さを確認し、規定範囲であることを確認する。規定の深さまで削孔出来なかった穴が存在する場合は、規定範囲の穴と識別表示する。
- ⑥使用するセメント系アンカーの施工手順に基づいて注入し、所定の長さまで鉄筋を挿入する。

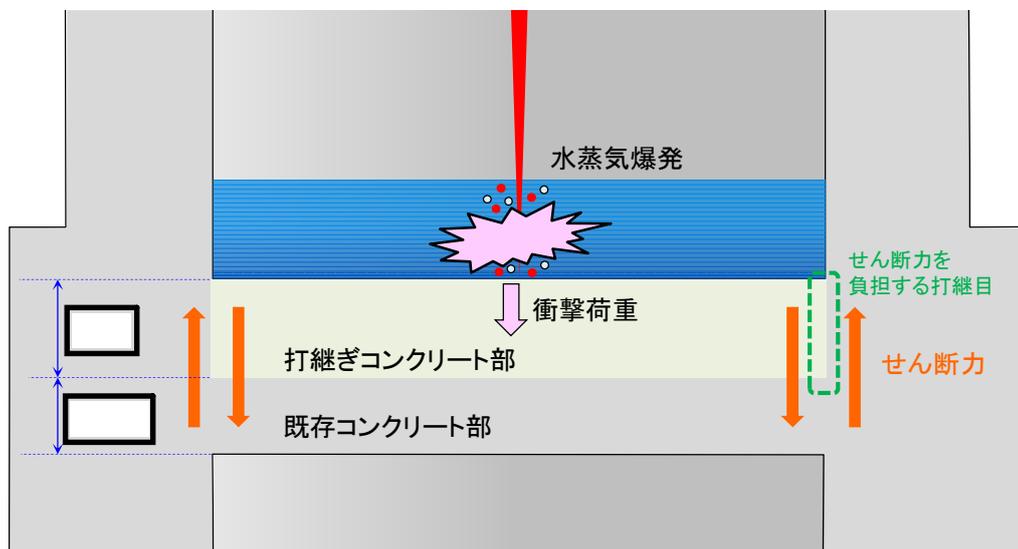
⑦アンカーが固まった後、穴をコンクリートで埋め戻す。

以上より、工事の成立性に問題はなく、床スラブの補強が可能である。

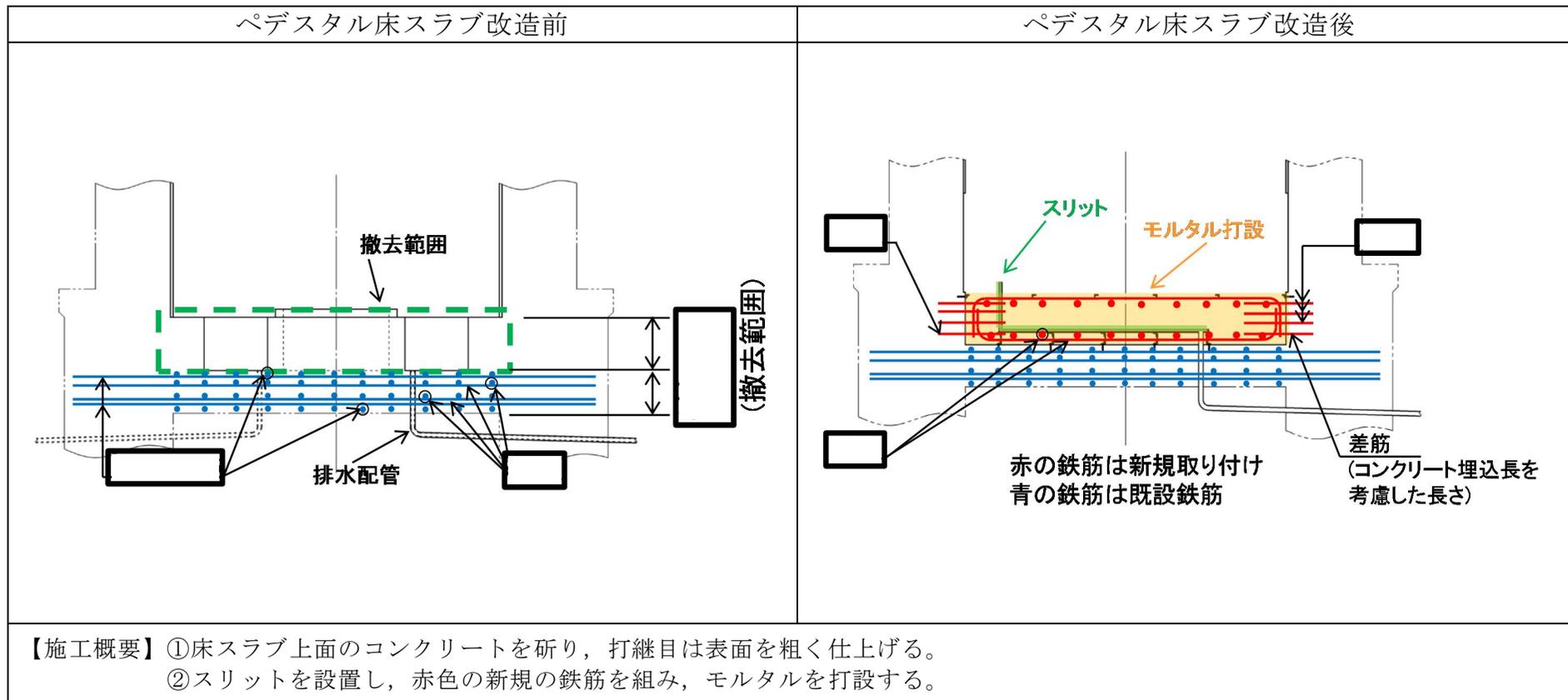
(3) 床スラブ補強による悪影響の有無

床スラブへの差筋追加に伴い、側壁コンクリートを削孔することになるが、削孔部にはコンクリートよりも強度・剛性の高い鉄筋を埋め込み、セメント系アンカーにてコンクリートに接合させる。この接合部の引張強度は、鉄筋の降伏点以上の強度が得られることから、施工後にペDESTALの構造強度が低下する部位は生じず、既設コンクリートへの悪影響はない。このため、既存の耐震評価への影響もない。なお、この工法は、一般建築の耐震補強の工事では広く用いられている。

以上より、床スラブ補強に伴うペDESTAL壁面に差筋用の削孔による構造強度への悪影響はない。



第1図 水蒸気爆発により発生するせん断力



第2図 ペDESTAL床スラブ改造前後比較