

2022年10月28日(金)

D会場

設備保全

[2D01-2D06] 設備保全（４）

座長:岡本 悟(ENEOS(株))

09:00 ～ 10:30 D会場 (12D会議室)

[2D01] CCR再生塔の多点温度計改善

○河本 信¹（1. 西部石油株式会社山口製油所工務部計電課
計装係）

09:00 ～ 09:15

[2D02] 運転中における不断水工法を用いた冷水塔更新工事
の紹介

○田中 秀汰¹、北野 裕二¹（1. 富士石油株式会社 工務部設
備課）

09:15 ～ 09:30

[2D03] 高性能断熱材の適用とその施工方法

○豊内 謙太郎¹、本島 卓¹、佐々木 晋也¹、友納 靖司²（1.
コスモエンジニアリング株式会社プロジェクトマネジメン
ト部、2. ニチアス株式会社）

09:30 ～ 09:45

[2D04] 加熱炉管表面温度計対応変更に係る取り組み検討

○近藤 悠也¹（1. 富士石油株式会社）

09:45 ～ 10:00

[2D05] CSL型熱交換器へのカンプロファイルガasket適
用

○長谷川 就¹（1. 出光興産株式会社 北海道製油所 機械
課）

10:00 ～ 10:15

[2D06] 製油所計器室の無溶接工法による施工

○宮部 恭輔¹（1. 東亜石油株式会社 工務部 設計課）

10:15 ～ 10:30

設備保全

[2D01-2D06] 設備保全（４）

座長:岡本 悟(ENEOS(株))

2022年10月28日(金) 09:00 ～ 10:30 D会場 (12D会議室)

[2D01] CCR再生塔の多点温度計改善

○河本 信¹（1. 西部石油株式会社山口製油所工務部計電課計装係）

09:00 ～ 09:15

[2D02] 運転中における不断水工法を用いた冷水塔更新工事の紹介

○田中 秀汰¹、北野 裕二¹（1. 富士石油株式会社 工務部設備課）

09:15 ～ 09:30

[2D03] 高性能断熱材の適用とその施工方法

○豊内 謙太郎¹、本島 卓¹、佐々木 晋也¹、友納 靖司²（1. コスモエンジニアリング株式会社プロジェクトマネジメント部、2. ニチアス株式会社）

09:30 ～ 09:45

[2D04] 加熱炉管表面温度計対応変更に係る取り組み検討

○近藤 悠也¹（1. 富士石油株式会社）

09:45 ～ 10:00

[2D05] CSL型熱交換器へのカンプロファイルガスケット適用

○長谷川 就¹（1. 出光興産株式会社 北海道製油所 機械課）

10:00 ～ 10:15

[2D06] 製油所計器室の無溶接工法による施工

○宮部 恭輔¹（1. 東亜石油株式会社 工務部 設計課）

10:15 ～ 10:30

CCR 再生塔の多点温度計改善

（西部石油株式会社山口製油所 工務部計電課計装係） ○河本 信^{かわもと こと}

1. はじめに

当社の連続触媒再生式接触改質装置（CCR）は、Cycle Max CCR（第3世代）であり、2006年より設計し、2009年10月より運転を開始した。そのCCR装置内の触媒を燃焼する再生塔の温度管理をするために重要となる計器である16点式の多点温度計において度々不具合が発生した。その不具合について原因究明および対策を検討し、多点温度計の信頼性向上・延命化を図る改善を行った。その内容について紹介する。

2. CCR 装置概要

CCR装置は、原料のヘビーナフサ（HN）を改質・オクタン価を増加させ、蒸留工程を経て改質ナフサ（RMT）を生産する装置である。反応塔では触媒と接触することで改質を行うが、その工程で触媒にコークが付着し性能が低下する。その触媒を連続的に再生するため、コークが付着した触媒を再生系に送り、コーク燃焼、再加熱、塩化、乾燥、冷却の手順を踏み再生する。再生済みの触媒は再度反応塔へ戻される。（図1）

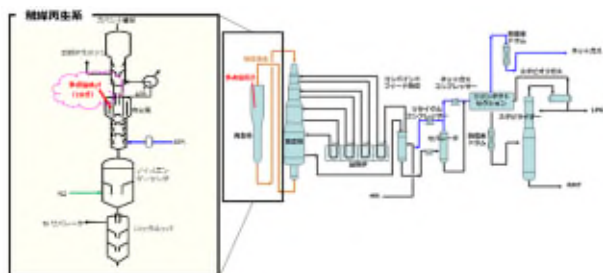


図1 CCR装置全体図

3. 温度計改善概要

3. 1 改善前温度計の不具合

建設当初から温度計において絶縁不良や温度指示不良が発生していた。原因は塩素雰囲気であるCCR再生塔のプロセスガスが温度計の滞留部で温度低下し、塩化物が析出したことにより腐食が発生、温度計の素線断線や絶縁抵抗低下が生じたためであった。

3. 2 加温による腐食対策

腐食に対する対応としては、塩化物の析出につながる温度低下を防ぐため、温度計のプロセスガス滞留部へスチームトレースを巻き付けた。

しかしながら、析出を防ぐために必要な温度まで加温するには、中圧蒸気（1.5MPaG）を使用する必要があった。

中圧蒸気を使用することにより、トレースに使用し

ていた銅管内壁が剥がれ、継ぎ手部分で閉塞し温度低下が発生した。

3. 3 対策強化

銅管と中圧蒸気を用いての加温では、トレース配管閉塞というさらなる不具合が発生してしまったため、対策強化を検討した。

銅管内壁が剥がれることに対しては、トレース配管の材質をステンレス製へ変更することで対策としたが、ステンレス製の配管は加工性が悪いため、温度計ノズル部のプロセスガス滞留部への密着性が低下し、伝熱の効率が悪いことが懸念された。

そのため、ステンレス製配管と温度計ノズル部の間を伝熱セメントで埋めることで均一的に加温できるようにした。

さらに、加温不足を早期に発見するために、ノズル表面温度を監視する温度計を設置した。

3. 4 温度計の仕様変更

加温強化により、多点温度計の絶縁低下・指示不良は抑制することが出来たが、温度計ノズル部のプロセスガス滞留部が腐食環境にあることに変わりはない。そこで、根本的に不具合を改善し、腐食しない・腐食に負けない温度計にすべく、仕様を変更した。

まずは、プロセスガスの滞留部に窒素ガスを吹き込むことで、腐食環境を緩和できないかと考えたが、窒素がプロセスに与える影響や、どの程度の量を吹き込めば滞留部全体を窒素雰囲気にするか不明であったため断念した。

次に、プロセスガス滞留部を極力減らす構造の温度計を検討した。

この構造であればスチームトレースでの加温も最小限に抑えることが出来、さらには温度計の保全コストも削減することが出来た。

4. 終わりに

今回の多点温度計改善による信頼性向上は、温度計不具合により装置の運転継続や製油所全体の操業に与える影響からも大きなメリットを生むことが出来た改善であった。

各種対策案の施工から温度計の仕様変更に至るまでの協力会社、関係者皆様のご協力に感謝するとともに、今後の安全・安定操業の継続を目指し、設備管理に取り組んでいきたい。

運転中における不断水工法を用いた冷水塔更新工事の紹介

（富士石油株式会社 工務部 設備課）○田中 ^{たなか} 秀汰、北野 ^{しゅうた} 裕二 ^{きたの ゆうじ}

1. はじめに

当社では、主要部材が木骨構造の冷水塔設備があり、老朽化して腐朽が進んだ木材が度重なる大型台風に伴い著しく損傷したため、当設備の更新が必要となった。しかし工期が長く、定期修理工事（以下、SDM と略す）期間では完了できないことから、仮設冷水塔および不断水工法を用いて、装置運転中に冷水塔設備更新工事を実施した。この事例を紹介する。

2. 運転中の冷水塔更新工事計画

工事計画段階では、空きスペースの都合から既設と同一場所に新設冷水塔を設置すること、また循環冷却水の供給・装置の稼働を維持しながら更新工事を行うことが条件であった。これらの条件を満たすためにコントラクターと検討を重ねた結果、前例はないものの、以下の方法を採用した。

- (1) 既設冷水塔下部のコンクリート製冷水槽は、再使用する。
- (2) 既設設備と同規模の冷却能力を確保するために仮設冷水塔を設置する。
- (3) 既設冷水塔の解体および既設と仮設冷水塔の切替えを容易にするバルブがないため、後述の不断水工法を用いて運転中にバルブを設置する。

3. 仮設冷水塔設置と更新工事概要

仮設冷水塔設置から、新設冷水塔の更新までの工事期間は、約7か月となった(表1参照)。また、既設冷水塔の隣に仮設のユニット式冷水塔を設置し、この間(5か月)仮設冷水塔は、要求する冷却能力を発揮して安定的に運転できた(図1参照)。

表1：冷水塔更新工事実績工程

2020年8月～10月	仮設冷水塔設置・切替
11月～12月	既設冷水塔解体
2021年1月～3月	新設冷水塔建設
3月中旬～3月下旬	仮設から新設冷水塔へ切替



図1：仮設冷水塔の設置

4. 不断水工法の採用

装置運転中の既設冷水塔から仮設冷水塔への流路切り替えのためのバルブ設置においては、コスモ工機(株)の下記工法を採用した。

- (1) 不断水分岐工法
専用穿孔機により断水せずに既設管からの分岐工事を可能とする工法である。図2の①箇所流路切替用の分岐管およびバルブを設置し、既設管に穿孔機のカッターで穴を開けた。その後、仮設設備への分岐側配管の取付を行い、通水させた。
- (2) インサーティング工法
断水せずに、既設管にバルブ挿入を行う工法である。図2の②箇所の24B配管に、配管穿孔と合わせてバタフライ弁を挿入し、24Bの立ち上がり配管の縁切りとした。

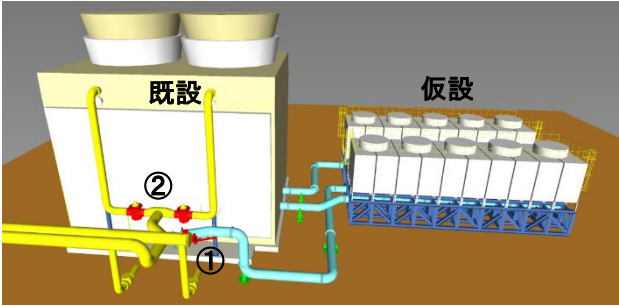


図2：3D CADによるイメージ図

5. 工事品質確保と工程遵守

本工事では、既設冷水塔解体時に下部の冷水槽を使用して運転継続していたため、解体部材及び作業員が落下しないように養生及び安全対策を徹底した。また、間近に迫ったSDMにおける資機材搬入等により、工事箇所の用地をSDMのコントラクターへ引き渡す必要があり、工程管理の面を注視した。

6. まとめ

本工事においては、仮設冷水塔の設置・不断水工法の採用により、仮設冷水塔が要求する冷却能力を確保し運転継続した。当社で前例のない装置運転中の冷水塔更新工事を実現し、生産ロスおよびSDM期間の用地制約を回避できた。最後に、レイズネクス(株)・新日本レイキ(株)・コスモ工機(株)により、工事を安全・品質・工程面でトラブルなく完工できた。ここに深甚なる謝意を表する。

高性能断熱材の適用とその施工方法

（コスモエンジニアリング株式会社*・ニチアス株式会社**）

○豊内謙太郎*・本島卓*・佐々木晋也*・友納靖司**

1. 緒言

プラントの断熱材は、安定操業に重要な役割を果たしているが、経年劣化による断熱性能の低下が見られ、CUI（Corrosion Under Insulation）や熱ロスの原因ともなるため適切な管理が求められる。

本報告は、断熱材の劣化及び CUI 対策として使用した断熱材「高性能エアロジェル保温材」の特性及び施工実績等について報告する。

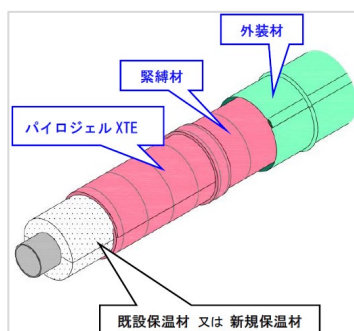
2. 実施内容

2.1.断熱材の特性

断熱材は、パイロジェルTMXTE(ニチアス株式会社、以下パイロジェル)を使用した。その特徴は以下の通りである。

- 1) 優れた断熱性から従来の断熱材と比べて、断熱厚さを半分以下に出来る。
- 2) 優れた撥水性和水蒸気透過性を合わせ持つため、保温材内面から外側へ蒸気として水分を排出する一方で、外面からの雨水侵入を防ぐ。
- 3) シート状で柔軟性があり、カッターナイフ等で簡単に切断出来るなど加工性にも優れる。
- 4) 標準品として厚さ違いの 2 種類のみ(5mm or 10mm)であるため、材料手配・管理を簡素化できる。

適用概要図を以下に示す。



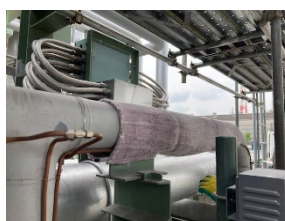
CUI 予防の観点から考案されたケイ酸カルシウム等の既設断熱材の上から施工する「増し保温[®]工法」の他、配管等に直接パイロジェルを巻き付

けて積層する「直巻き工法」が適用できる。

2.2.施工実績

2 件の化学プラント工事に適用した。

施工方法は、シート状のパイロジェルを必要な大きさ・形状に合わせてカットし、対象物に巻付ける様に取り付ける。接着剤等は不要で、SUS 番線等で固定するのみであるため、従来の断熱材と同様に施工できる。実際の施工状況を以下に示す。



「直巻き工法」



「増し保温工法」

パイロジェル施工後は従来の断熱材と同様、外部からの衝撃保護のため、外装材を設置した。

2.3.留意事項

- 1) 施工面；①雨水が侵入しないように継ぎ目部分は 20mm 程度ラップさせる、②継ぎ目部のラップを考慮して外装材の径を設定する、③外装材内部結露水排出のため外装材下部に水抜き孔を設ける、④粉塵により周辺が着色しないように加工時はシート養生する。
- 2) 安全面；従来の保温材と比較して粉塵(微粒子シリカ)が飛散しやすいため、防塵マスク・保護メガネ・手袋は必ず着用する。
- 3) コスト面；従来保温材と比べて高価となる。

3. 考察

パイロジェルは加工が容易であることから適用に制限がなく、従来の断熱材と同様に取り扱うことが出来る。初期費用は割高となるが、沿岸地域のプラントでは標準仕様として危険物配管に適用している事例も有り、 कोरोジонエンジニアリングの観点から、総合的なコストを踏まえて選択的に採用することが推奨される。

加熱炉管表面温度計対応変更に係る取り組み検討

（富士石油株式会社 工務部 工務技術課）^{こんどう ゆうや} 近藤 悠也

1. はじめに

当社袖ヶ浦製油所（以下、当所と記す）では輸入した原油から様々な石油製品を生産している。当所では世界で唯一の減圧残油熱分解装置（以下、ユリカ装置と記す）にて、減圧蒸留装置の残渣油（アスファルト）を分解・精製してガソリンや軽油等の軽質な石油製品を生み出している。図1にユリカ装置の概略フローを示す。

ユリカ装置では、アスファルトを分解炉で加熱することで熱分解している。そのため、分解炉の加熱管は、コーキングやクリープ損傷を予防するために厳密な加熱管の温度管理が必要である。

本稿では、分解炉の加熱管表面温度計（以下、スキン温度計と記す）のタイプ変更を検討した事例について紹介する。

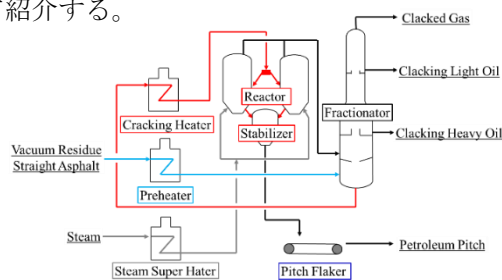


図1：減圧残油熱分解装置（ユリカ装置）概略フロー

2. 加熱管管理状況

1970年代の装置建設当初は、パッドタイプのスキン温度計を採用していた。しかし、炉内が過酷な運転環境にあり、スキン温度計の故障が頻発したことから、ナイフエッジタイプに変更し、さらに温度計の長寿命化を図るために測温部およびシース線をブランケット状断熱材（以下、断熱材と記す）で覆う仕様としている。図2に設置状況を示す。

加熱管表面温度は管内流体温度と加熱管が受ける熱流束のバランスで決まるが、スキン温度計の測温部を断熱材で覆うことで熱流束が小さくなるため、実際の表面温度よりも低くなる。

そのため、実際には加熱管の表面温度がスキン温度計指示値を上回っていると推定される。加熱管はクリープ損傷や浸炭といった損傷が懸念されることから、断熱材で保護した温度計の管理温度を検討する必要がある。



図2：スキン温度計測温部の断熱材設置状況

3. 検討内容

分解炉の加熱管出入口温度および燃焼ガス両方について、それぞれ流動解析を行うことで加熱管の表面温度を推定した。推定した加熱炉内温度分布イメージを図3に示す。さらに直近の定期修理工事時にスキン温度計の測温部を覆っていた断熱材を一部撤去し、撤去前後のスキン温度を調査した。次に調査結果と上記解析結果を相対比較することで、加熱管表面温度計の設置位置および現在のスキン温度計の指示値に対する妥当性を確認した。

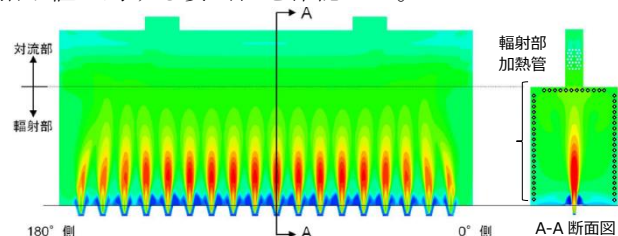


図3：加熱炉内温度分布

次に、断熱材の設置目的として温度計の長寿命化が考えられる。この目的を継承し、かつ断熱材仕様は明らかであるヒートシールドタイプの温度計を導入した場合の温度計指示値を検討した。

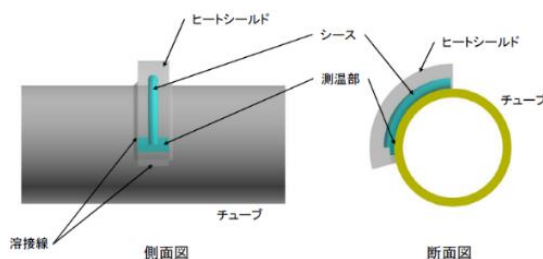


図4：ヒートシールド付き温度計モデルイメージ

検討結果、ヒートシールドを設置した場合に温度計測温部温度は加熱管周辺部と比べて約10～38℃低下することが分かった。温度計位置毎に補正した温度計のタイプ変更後の管理基準値を設定可能とした。

4. 対応およびまとめ

この検討結果を踏まえ、2023年の定期修理工事にて、加熱管表面温度計をヒートシールドタイプにて更新する。本検討事例によって、あるべき管理基準値の設定を事前に行うことで変更後の管理基準値を設定できた。今回の実績から、その他の当所の加熱炉でも使用環境および断熱材の設置状況を考慮したうえで、ヒートシールドタイプのスキン温度計の採用を検討したい。

CSL 型熱交換器へのカンプロファイルガスケット適用

（出光興産株式会社 北海道製油所 機械課） ○長谷川 就^{はせがわ しゅう}

1. 緒言

出光興産(株)北海道製油所における重質軽油水素化分解装置の反応塔フィード/エフルエント熱交換器には CSL (Compact Screw Lock) 型熱交換器が採用されているが、当該熱交換器は以前より「ロックリングのかじり」、「シェル側流体からチューブ側流体へのショートパス」という大きく 2 つの課題を抱えている。ロックリングのかじりについては保全費用の増加、ショートパスについては製品の品質に直接影響を及ぼすことがわかっている。

本稿ではショートパスの防止を目的として 2022 年度定期補修工事にて実施したガスケット変更について報告する。

2. ガスケットの変更検討

図 1 に CSL 型熱交換器の断面図を示す。⑤、③⑨のガスケットに対して⑩のセットボルトにて当該ガスケットへ面圧を付与することで管板のチューブ側とシェル側をシールしている。当該熱交換器の運転温度は約 400℃程度であり、停止時との温度変化が大きい。既設ガスケットはメタルジャケットガスケットを使用しており復元力が低いことから、装置が停止した場合は⑪のセットボルトを増し締めすることでインターナル部品を介してガスケットに対して新たな面圧を付与していた。

そこで、同じ締め付合力でもより高い面圧を確保できるカンプロファイルガスケットの適用を検討した。

これまで各セットボルトの締め付合力はコントラクターにて計算していたが、カンプロファイルガスケットの採用に伴い、建設時の設計と異なるため、当社設計部署にて適切な締め付合力を算出することとした。

3. 施工判断フローの策定

技術的には問題ないことが確認できた一方で、既設ガスケットの組込時に使用していたガスケットペーストはカンプロファイルガスケットには適さないことから、組込時の固定を目的としてガスケットメーカー推奨のスプレーのりを使用することにした。

しかし、スプレーのりを取扱った経験がなく、厳しい環境下で使用する当該熱交換器に適用するために、施工性に問題がないか確認する必要があると考

え、粘着力の程度を確認するテストの実施、及びチューブバンドル挿入にかかる 1 時間程度の間、固定状態を維持できるか確認するポイントをフローにて明確にした。

図 2 に策定した施工判断フローを示す。各判断ポイントで問題が生じた場合は既設ガスケットへ戻すことを前提として確認しながら施工を実施した。

4. 適用結果

機器復旧後に実施した機器単体の気密テスト及び装置スタートアップ過程で実施する水素リークテストにおいて漏れは認められなかった。ガスケット変更前はテストのタイミングで漏れが認められることがあり、その場合は増し締めを実施していたため、ガスケット変更による効果があったと推定できる。

5. 結言

ガスケットの変更によりショートパスの課題を解決し、製品への影響、増し締め対応や計画外の開放を回避できることがわかった。設備信頼性の向上及びコスト削減に寄与することから、次回機器開放時までの漏れ有無及び次回機器開放時のガスケット状態、当り面の状態を確認することで、最終的な評価を行い、他の CSL 型熱交換器への展開を計画していく。

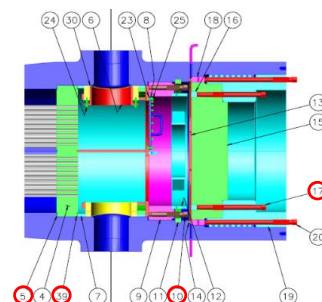


図 1. CSL 型熱交換器断面図 (H-H 型)

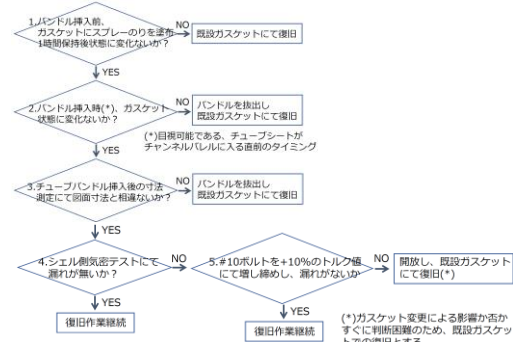


図 2. 施工判断フロー

製油所計器室の無溶接工法による施工

（東亜石油(株) 設計課 設計係） ○宮部 恭輔^{みやべ きょうすけ}

1. 緒言

計器室は激甚災害に見舞われた際の製油所装置の安全停止を遂行する上で人および製造設備にとっての要所となることから、想定される自然災害に対する災害耐性を備えておくことが重要である。一方で、補強工事等において溶接作業が伴う場合には、起動時や作業中にノイズ(高周波ノイズ)や迷走電流が発生する可能性がある。これらの外乱により計器室内の製油所設備の制御システムが誤作動を示すリスクが払拭できないこと、定期修理期間中(SDM)の制御システム停止期間と補強工事の物量との兼ね合いから、運転中にも施工が可能な無溶接工法を選択して製油所計器室の耐震補強工事を実施したため、これを紹介する。

2. 工事概要

(1) 建屋概要

竣工年：昭和50年（1975年）

構造等：鉄骨造、地上3階、建築面積742.2m²
延床面積2240m²

当該計器室の制御対象設備；

- ・重質油分解装置、硫黄回収装置、異性化装置
- ・ユーティリティ(ボイラー蒸気)/発電設備

(2) 耐震補強の内容

- ・補剛材追加 11箇所
- ・方杖追加 4箇所
- ・ブレース増設 8箇所

3. 設計概要

(1) 設計方針

既存ブレースの座屈拘束補強および方杖補強を中心に、足りない耐力分を増設ブレースにより補うようにして補強案を策定した。補強案策定には、以下要素を取り入れて設計を実施した。

① 高力ボルト接合

耐震補強部材の接合方法を全て高力ボルトによる摩擦接合とすることで無溶接化することができた（図-1）。



図1. 耐震補強工法 概要図

② RC外壁の耐力加算

一部のRC外壁は鉄骨梁およびRC床とシアコネクタを介して一体化されており、建屋構造体にRC外壁の耐力を伝達できる構造となっていた。オリジナル設計ではRC外壁の耐力は含めずに鉄骨造の建屋として設計されていたが、建屋耐力にRC外壁分を加算することで補強すべき耐力を抑えることができた。

(2) その他の無溶接工法の検討状況

以下の施工方法についても検討を行ったが、計器室立地の都合で施工が困難であったことから、採用は見送った。

<検討した施工方法>

- ・鉄筋コンクリート巻き立て工法
- ・アウトフレーム工法

4. 結言

当該計器室の耐震補強において、施工内容またはコスト的に、最適に近い形で設計施工を行うことができた。

この度の耐震補強工事では、設計会社ならびに施工会社のご協力により無事完遂できましたことに感謝を述べます。