

柏崎刈羽原子力発電所6号機
新潟県中越沖地震後の設備健全性確認(建物・構築物)に関する
立入検査での指摘事項に対する回答

平成 20 年 10 月 21 日

東京電力株式会社

コメント内容

1. タービン建屋の取水ポンプ室床面で確認されたひび割れの成因について説明すること。(平成20年6月27日 第1回立入検査)

回答

6号機非常用取水路(A系)の立入検査時に原子炉補機冷却海水系(RSW)取水ピット床面において、亀甲状のひび割れが発生しており、アルカリ骨材反応によるひび割れではないかとの指摘があり、このひび割れについて床面から試料を採取し調査した。

(1) 建設時のアルカリ骨材反応試験

柏崎刈羽原子力発電所建設時には、使用骨材およびコンクリートがアルカリシリカ反応性に対し無害である(反応性のない)ことを確認している。

(2) 当該部位について

当該部位は、6号機タービン建屋の基礎スラブの一部であり、厚さ2mの鉄筋コンクリート躯体上に約10mmのモルタルが施工されている。

(3) 調査方法

RSW取水ピット(A)(C)の床面において、各1箇所のコアボーリングを実施し、直径45mm、長さ90mm程度の試料を採取した。なお、コアボーリングの位置は、床面に発生しているひび割れをまたぐ位置を選定している。

(4) 調査結果

各試料ともに床面から深さ約10mmの位置で表面のモルタルとコンクリートの境界面が確認された。

ひび割れはモルタル表面には発生しているが、コンクリート側には確認されなかった。

したがって、床面のひび割れは、表面のモルタルのみに発生しているひび割れであり、アルカリ骨材反応による鉄筋コンクリート躯体に発生したひび割れではないことが確認された。

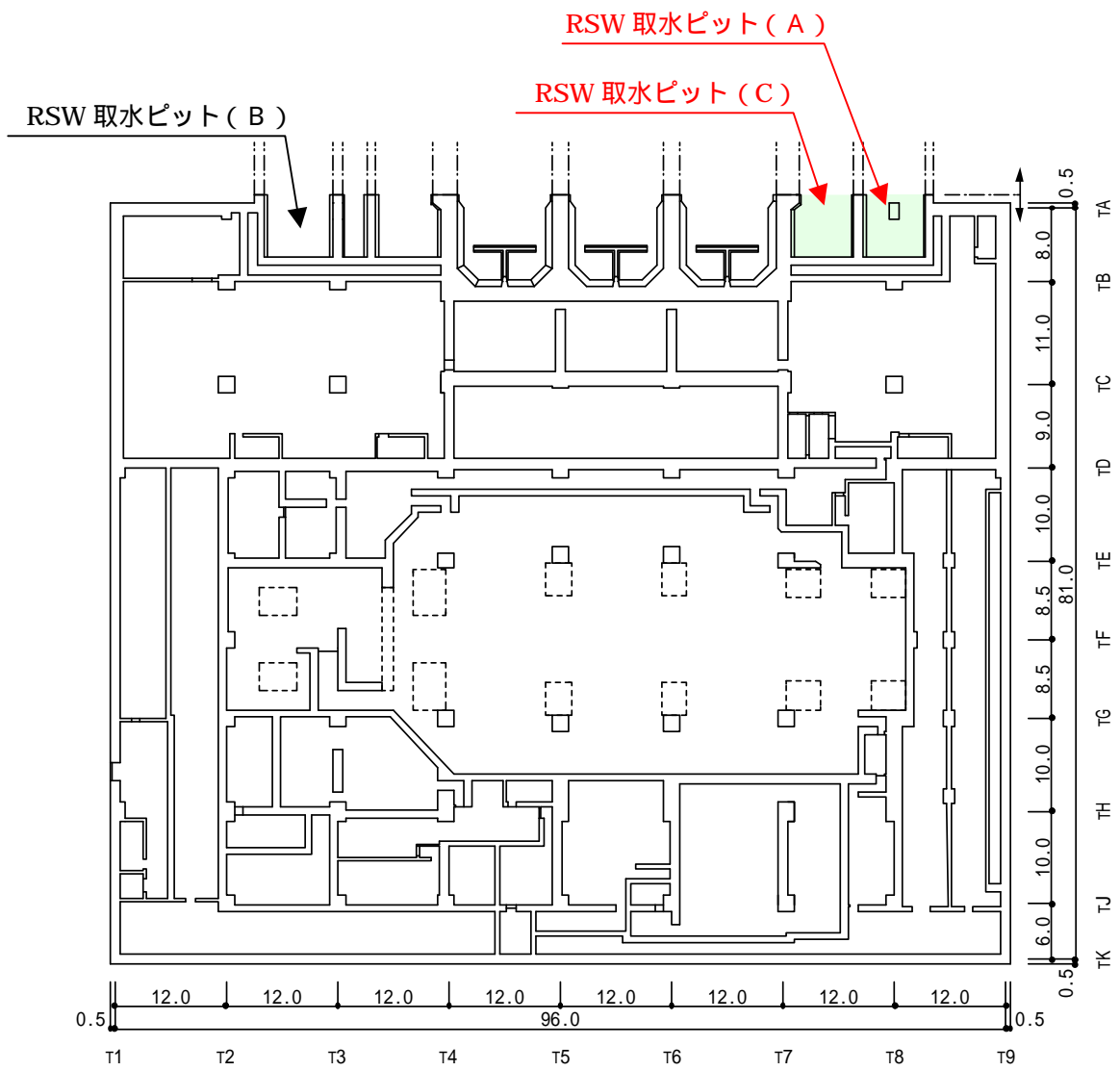


図-1.1 KK-6 T/B 調査箇所 (B2F)



図-1.2 KK-6 T/B RSW(A)床面コアボーリング状況



図-1.3 KK-6 T/B RSW(A)コンクリートコア（床面側）



図-1.4 KK-6 T/B RSW(A)コンクリートコア (側面)



図-1.5 KK-6 T/B RSW(C)床面コアボーリング状況



図-1.6 KK-6 T/B RSW (C)コンクリートコア (床面側)



図-1.7 KK-6 T/B RSW(C)コンクリートコア (側面)

以 上

コメント内容

2. 鉄骨構造物のボルトの緩みはないとの判断だが、その判断基準はなにか。
また、屋根トラス鉄骨は、外観目視点検のみではなく、非破壊試験等による確認が必要ではないか。(平成20年8月11日 第3回立入検査)

回答

(1) ボルト接合部の点検について

屋根トラスおよび排気筒等の鉄骨構造物における地震後の健全性確認のうち、ボルト接合部の地震による損傷モードとしては、継手にすべり、継手のボルトがせん断破壊、ボルト孔から母材または添え板の引張破断、縁端のせん断破壊が考えられる。

また、鉄骨構造物は、表面に塗膜や皮膜が施されているため、上記損傷モード発生時には、表面の塗膜に異常が生じるものと考えられることから、外観目視点検で塗膜を確認することにより変状を確認できるものと考えている(文献1)。

なお、外観目視点検により塗膜の割れ等が確認された場合は、ハンマリング試験等により確認している。

今回の指摘を受け、6号機排気筒において塗膜の割れのないボルト接合部において、ハンマリング試験を実施し異常のないことを確認した。(図-2.1、2.2 参照)

(2) 溶接部について

6号機原子炉建屋の上部鉄骨(屋根トラス)については、ファブリケーターにより鉄骨を工場で作製し、現場にて建て方を行っている。

上記鉄骨のうち、屋根トラスと柱の継手部は、すべてボルト接合で組み立てられており、柱と梁の仕口部はすべて工場溶接である。

この工場溶接については、第三者機関またはファブリケーターにより超音波探傷試験を抜き取りで実施し、溶接部の品質を確認している。

【参考文献】

原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説(日本建築学会)

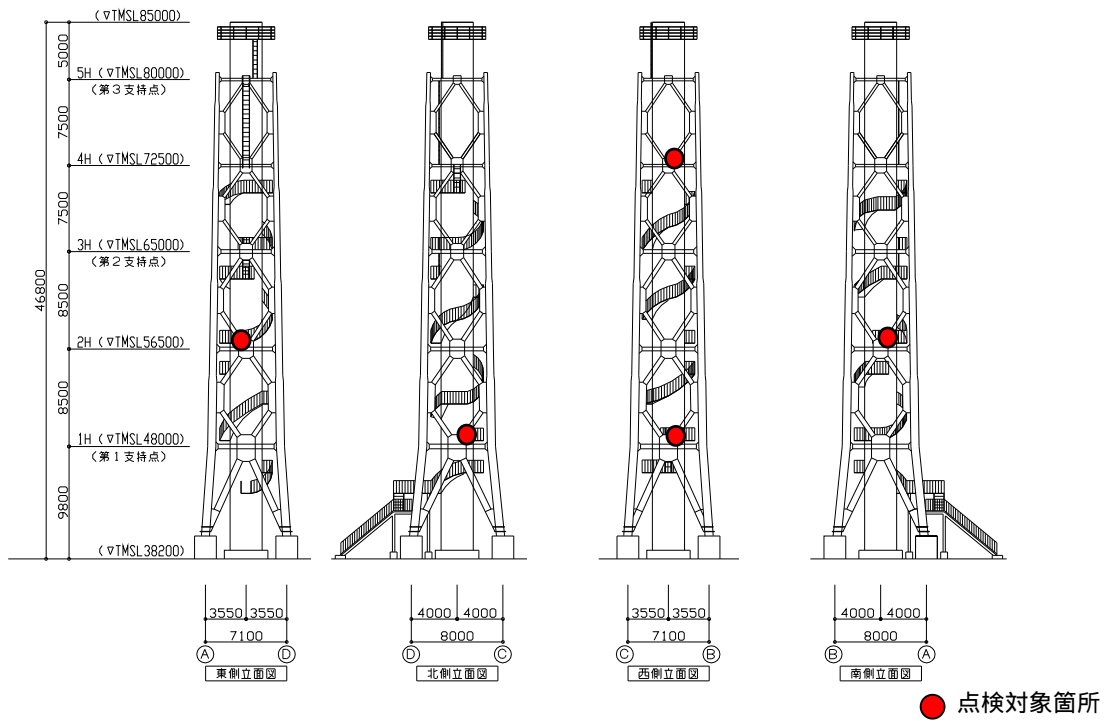


図-2.1 K-6 排気筒ハンマリング調査箇所

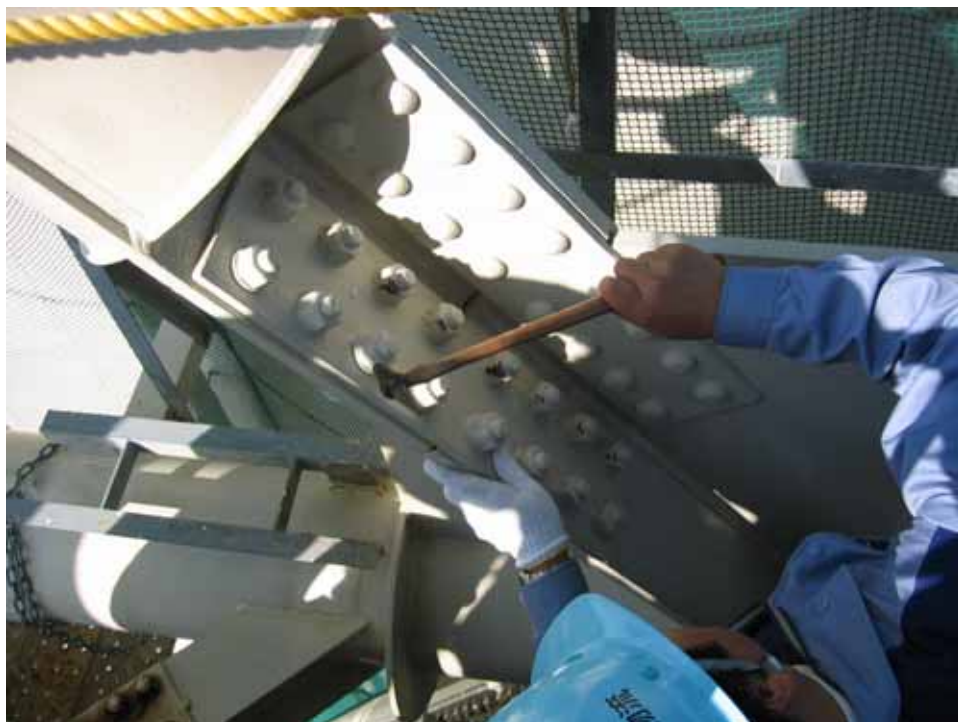


図-2.2 K-6 排気筒ハンマリング状況

以 上

過観察), 鋼材が腐食し断面積が減少している場合を A3 (要検討) とする。

3) 鋼材の降伏・座屈・きれつ・破断・過大変形

鋼材に降伏, 座屈, きれつ, 破断, 過大変形が発生した場合には, 塗膜や皮膜に異常が生じるものと考え, 塗膜や皮膜に異常がない場合を A1 (健全), 塗膜や皮膜に異常がある場合を A3 (要検討) とする。

4) 接合部のすべり・きれつ・破断, ボルトのゆるみ・破断

接合部のすべり・きれつ・破断, ボルトのゆるみ・破断などが発生した場合には, 表面の塗膜に異常が生じるものと考え, 塗膜に異常がない場合を A1 (健全), 塗膜に異常がある場合を A3 (要検討) とする。

5) 火災により生じる劣化事象

熱による強度低下など火災の影響で発生する劣化事象は, 火災の影響を受けていない場合を A1 (健全), 火災の影響を受けている場合を A3 (要検討) とする。ただし, A3 と評価された場合には, 本会「建物の火害診断及び補修・補強方法」⁶⁾に準じて個別に健全性評価を行う。

7.3 長期的な健全性評価

- a. 長期的な健全性評価は, 構造安全性や遮へい性に影響を及ぼす劣化要因に着目して実施する。
- b. 長期的な健全性評価は, 進展予測式や点検結果に基づく進展予測の結果を, 劣化要因ごとに設定した評価基準に従い区分することにより行う。

a. 長期的な健全性評価に関する基本方針

原子力施設に求められる機能を維持していくためには, 現状の建築物の性能を把握するだけでなく, 将来的な性能の低下傾向を予測し, 必要な性能水準を下回る前に対策を講じることが望ましい。建築物の性能は劣化事象の影響で低下していくが, 劣化事象の発生を直接推定することは難しい。このため本指針では, 劣化事象の原因となる劣化要因による影響を予測することとし, 特に原子力施設に求められる特有の機能と関連性が高い構造安全性および遮へい性に影響を与える劣化要因について, 解説図 7-2 に示すフローに従い健全性評価を実施する。

コメント内容

3. 排気筒の第1支持点において筒身支持用のつなぎ材の変形が確認されたが、変形について、評価すること。(平成20年8月11日 第3回立入検査)

回答

(1) はじめに

中越沖地震において、6号機排気筒の第一支持点(T.M.S.L.48m)のつなぎ材に座屈とみられる変形が確認されたため、ここではシミュレーション結果とつなぎ材の圧縮側の耐力(座屈耐力)について比較検討する。

(2) 解析モデル及び第一支持点のつなぎ材のモデル化について

6号機排気筒の地震応答解析モデルを図-3.1に、第一支持点の詳細を図-3.2に示す。

解析モデルでは、つなぎ材は引張側だけで評価した等価なばねに置換して、筒身と鉄塔の支柱間に設定している。

(3) つなぎ材の座屈に対する考察

シミュレーション結果による最大応答軸力(つなぎ材2本分)は132kNである。一方、対応するつなぎ材2本分の座屈耐力は48kNであり、解析上、座屈する結果となっている。

つなぎ材はロッド材による設計のため、圧縮力は考慮していない。

(4) まとめ

中越沖地震におけるつなぎ材の座屈程度であれば、座屈後の降伏耐力の低下は問題ないと考えられ、今回の健全性評価には影響はないと考えられる。

つなぎ材の母材には座屈とみられる変形が確認されたため、部材交換による対応を行うものとし、その際、補強検討用地震動に対しての引張降伏を防ぐことを目的として、つなぎ材をより耐力の大きい部材に交換する(図-3.3、図-3.4)。

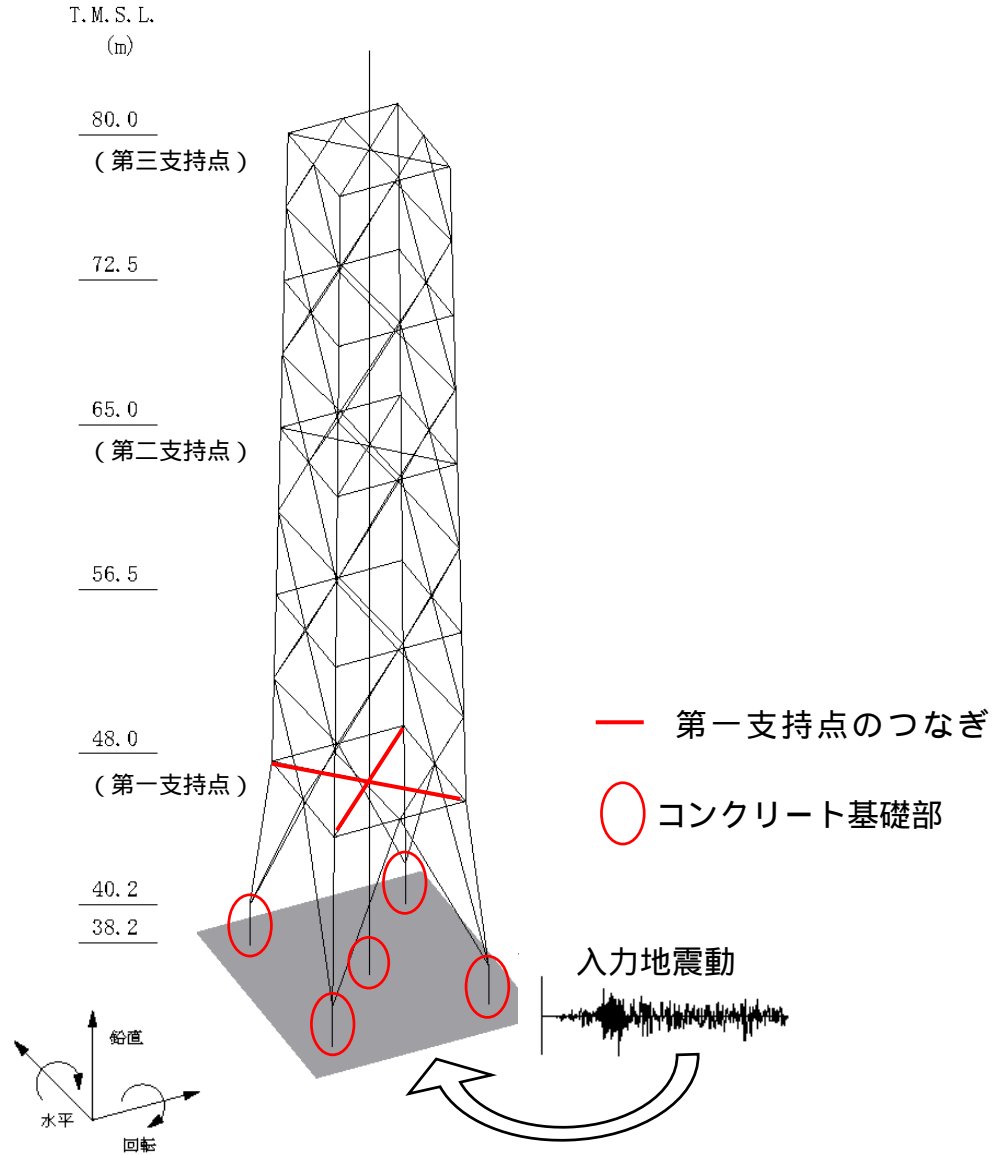


図-3.1 6号機排気筒の地震応答解析モデル

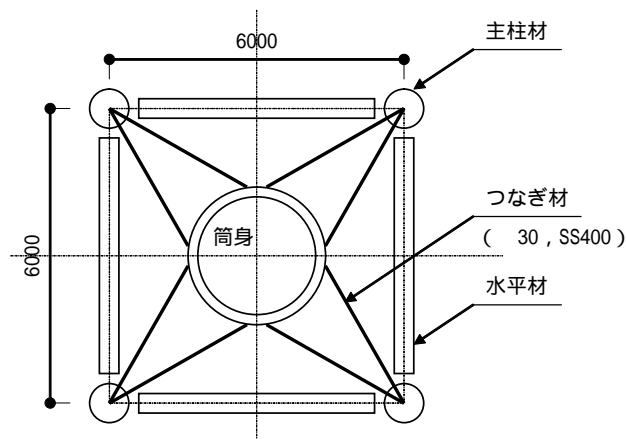
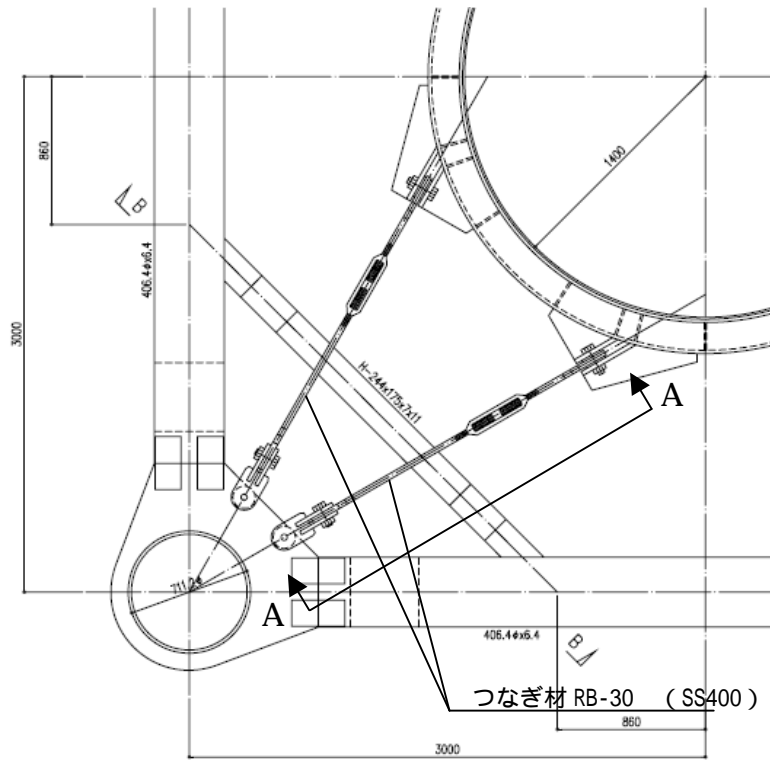
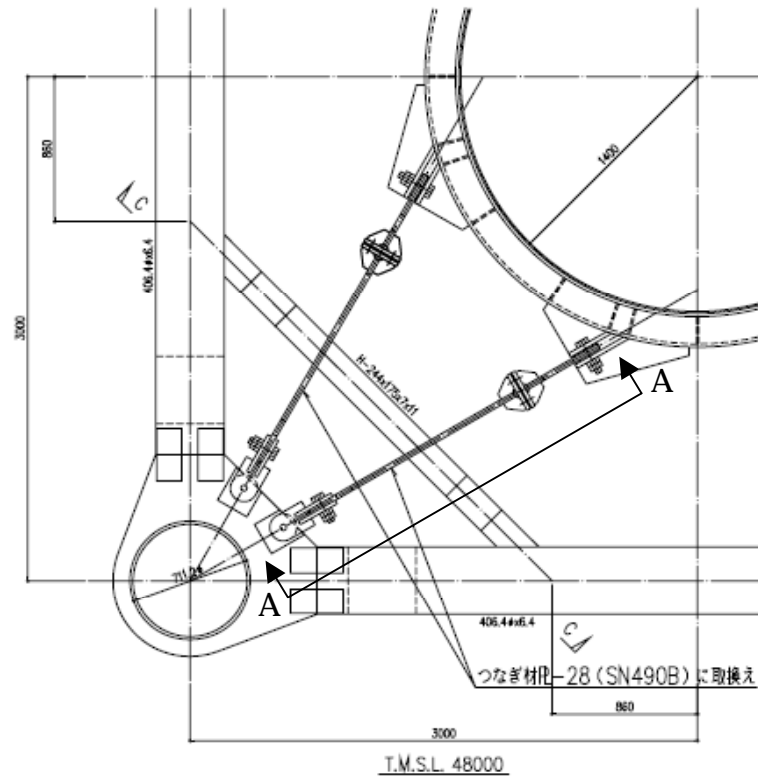


図-3.2 第一支持点の構造概要 (T.M.S.L.48.0 m)

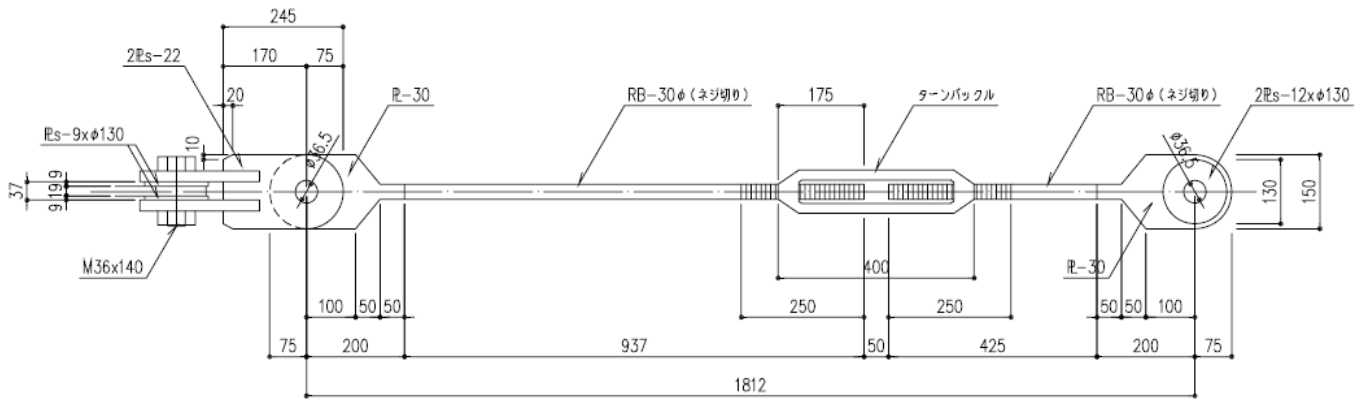


(補強前)

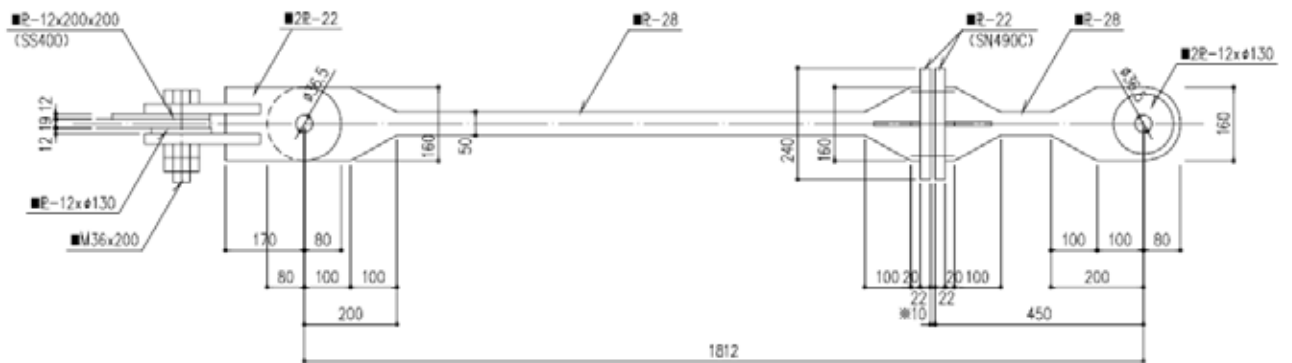


(補強後)

図-3.3 つなぎ材取り付け状況 平面図 (T.M.S.L.48.0 m)



(補強前)



(補強後)

図-3.4 つなぎ材 詳細図 (A-A 断面)

以上