

斜張ケーブル

- ディビダーク工法
- FKKフレシネーステーケーブルHシステム
- KTBI工法
- Hiam および DINAアンカーケーブル
- VSLステイケーブルシステム
- NEW-PWS
- SEEE工法

ディビダーク工法

問合せ先：住友電気工業(株) 特殊線事業部PC部 〒664 兵庫県伊丹市昆陽北1-1-1 TEL.0727-71-0508 FAX.0727-71-0502

1. 工法の概要

ディビダーク工法による斜張ケーブルシステムには、汎用ケーブルとしてPC鋼より線を複数本（9本～108本）束ねたケーブルを使用するタイプとPC鋼棒を用いるタイプがある。特にPC鋼より線を用いるタイプでは、標準として裸のPC鋼より線を採用するSBタイプとエポキシ樹脂塗装PC鋼より線を用いるSCタイプの斜張ケーブルシステムがある。またポリエチレン被覆PC鋼より線、亜鉛メッキPC鋼より線、マルチボンドケーブル、マルチPE被覆ケーブルなど様々なPC鋼材に対して、本システムは適用可能である。

なおこれらのディビダーク斜張ケーブルシステムは国内においてスパン114mの尾瀬大橋、60.3mの白山大橋などに適用されている。その他エクストラロード橋に対応した、主塔部に配置するサドルシステム、主桁部での定着システムなどもあり、スパン180mの蟹沢大橋、140mの奥山橋などに適用されている。さらに適用に際しては実物大の試験体により、定着部の耐荷力試験、軸引張疲労試験および曲げ疲労試験などを実施し、システム全体の健全性を確認している。

2. PC鋼材

ディビダーク斜張ケーブルに使用されるPC鋼より線はJIS G 3536 SWPR7AおよびSWPR7Bに規定された7本よりPC鋼より線φ15.2mmを標準として使用するものとする。このPC鋼より線の防食は下記の方法による。

- 1) セメントグラウトと気密防水性を持つ保護管による二重防錆を施している。セメントグラウトによるPC鋼より線の最小かぶり厚はスパイラルスペーサーで確保されている。

- 2) 上記に加えエポキシ樹脂塗装PC鋼より線を使用した場合には三重防食となる上に、鋼材の疲労強度を向上させる効果もある。
- 3) グラウト前の簡易防錆は一般に水溶性防錆材および気化性防錆材などをPC鋼材に塗布する方法、乾燥空気および不活性ガスを保護管内へ注入する方法などがある。

3. ケーブル容量

PC鋼より線を使用したディビダーク斜張ケーブルシステムのケーブル容量は28 190 (kN) までで、表-1にケーブル構成を示す。

表-1 ディビダーク斜張ケーブルシステムの構成

| ケーブル名 (呼び名) | テンドン 構成(本) | 公称断面積 (mm ²) | ケーブル容量(kN, (tf)) | |
|----------------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| | | | SWPR7A | SWPR7B |
| C 9 | 9 | 1 248 | 2 160 (220.5) | 2 350 (239.4) |
| C12 | 12 | 1 664 | 2 880 (294.0) | 3 130 (319.2) |
| C19 | 19 | 2 635 | 4 560 (465.5) | 4 960 (505.4) |
| C27 | 27 | 3 745 | 6 480 (661.5) | 7 050 (718.2) |
| C37 | 37 | 5 132 | 8 880 (906.5) | 9 660 (984.2) |
| C48 | 48 | 6 658 | 11 520 (1 176.0) | 12 530 (1 276.8) |
| C61 | 61 | 8 460 | 14 640 (1 494.5) | 15 920 (1 622.6) |
| C75 | 75 | 10 400 | 18 000 (1 837.5) | 19 580 (1 995.0) |
| C91 | 91 | 12 620 | 21 840 (2 229.5) | 23 750 (2 420.6) |
| C108 | 108 | 14 980 | 25 920 (2 646.0) | 28 190 (2 872.8) |

4. 定着体

定着体には緊張端側を用いるⅠ型定着体(図-1)と固定端側を用いるⅡ型定着体(図-2)がある。Ⅰ型タイプではシムを用いて張力調整を行うのに対し、Ⅰ型タイプではリングナットおよびシムを併用した調整が可能である。また万一のケーブル取替え時には、Ⅰ型タイプ

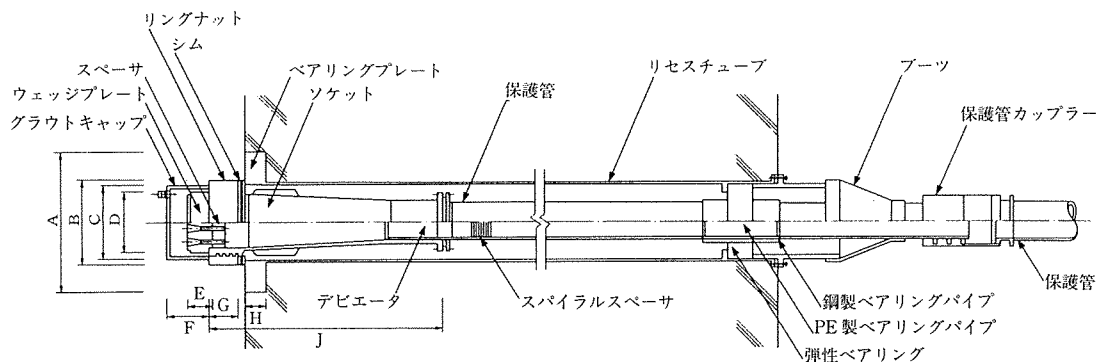


図-1 タイプⅠ型定着体(リングナットタイプ)

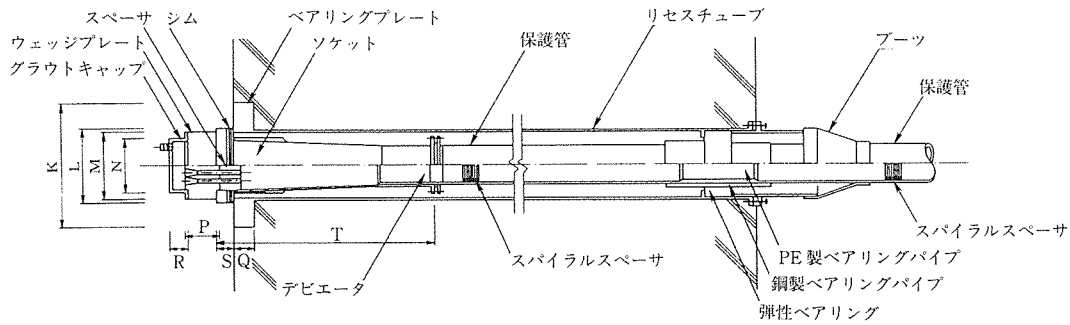


図-2 タイプⅡ型定着体(シムタイプ)

表-2 タイプⅠの標準寸法

(単位:mm)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|-------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| C 9 | 320 | 228 | 193.7 | 163 | 65 | 365 | 60 | 40 | 680 |
| C 12 | 350 | 239 | 203 | 170 | 65 | 365 | 80 | 50 | 690 |
| C 19 | 430 | 287 | 241.8 | 206 | 80 | 380 | 100 | 60 | 760 |
| C 27 | 510 | 326 | 267.4 | 232 | 95 | 395 | 110 | 75 | 840 |
| C 37 | 590 | 368 | 318.5 | 274 | 120 | 420 | 110 | 80 | 770 |
| C 48 | 680 | 434 | 355.6 | 320 | 130 | 430 | 160 | 90 | 1 190 |
| C 61 | 760 | 480 | 406.4 | 352 | 145 | 445 | 160 | 105 | 1 290 |
| C 75 | 850 | 535 | 457.2 | 400 | 180 | 480 | 185 | 115 | 1 435 |
| C 91 | 910 | 650 | 558.8 | 460 | 205 | 505 | 215 | 125 | 1 700 |
| C 108 | 1 000 | 740 | 609.6 | 516 | 234 | 534 | 245 | 135 | 1 900 |

注) A寸法はコンクリート強度34.3N/mm²以上のものに基づいて設計しています。

表-3 タイプⅡの標準寸法

(単位:mm)

| | K | L | M | N | P | Q | R | S | T |
|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|----|----|-------|
| C 9 | 310 | 207 | 187 | 139.8 | 70 | 40 | 65 | 30 | 610 |
| C 12 | 350 | 214 | 194 | 159 | 80 | 45 | 65 | 30 | 610 |
| C 19 | 410 | 245 | 225 | 190.7 | 95 | 60 | 65 | 30 | 680 |
| C 27 | 490 | 295 | 265 | 216.3 | 95 | 60 | 65 | 40 | 820 |
| C 37 | 560 | 320 | 300 | 244.5 | 135 | 80 | 65 | 40 | 740 |
| C 48 | 640 | 370 | 350 | 298.5 | 140 | 95 | 65 | 40 | 1 040 |
| C 61 | 720 | 405 | 390 | 318.5 | 160 | 105 | 65 | 40 | 1 140 |
| C 75 | 810 | 460 | 440 | 381 | 195 | 115 | 65 | 50 | 1 350 |
| C 91 | 890 | 520 | 502 | 457.2 | 220 | 125 | 65 | 50 | 1 550 |
| C 108 | 980 | 585 | 566 | 508.0 | 250 | 135 | 65 | 50 | 1 750 |

注) K寸法はコンクリート強度34.3N/mm²以上のものに基づいて設計しています。

のリングナットをソケットからはずすことで、ケーブル全体を橋梁本体から抜き取ることができる。なお定着体の防錆としてウェッジおよびウェッジプレートは、グラウトを詰めたグラウトキャップで保護されている。またソケット、シム、リングナット等の部品および定着体の外部全面(リセス管、ベアリングプレート)は亜鉛メッキまたは塗装により防食が施されている。それぞれの標準寸法を表-2および表-3に示す。

5. 保護管

保護管は①防食のための気密防水性、②注入グラウトのための型枠の役目、③グラウト後の活荷重の負担を分担する機能を持つことが必要で、ディビダーク斜張橋ケーブルではシステムの使用環境により①ポリエチ

レン管②FRP管③鋼管を使用する。標準長は5mであるが、任意の長さで製作が可能である。ポリエチレン管とFRP管の標準寸法を表-4に示す。

6. 斜張ケーブルの特徴

- 1) $\phi 15.2$ mm PC鋼より線を9本から108本まで束ねることにより、引張荷重28 150kN (2 873tf) までの大容量ケーブルの製作が可能である。またPC鋼より線の本数を調整することにより、さらに細かな破断荷重の設定が可能である。
- 2) 引張荷重15 900kN (1 623tf) の実大ケーブルでPT I 規格16kgf/mm²以上の疲労強度が確認されており、システムは高い疲労強度を有している。
- 3) 斜張ケーブル用の鋼材には裸のPC鋼より線、エ

表-4 保護管の外径および肉厚寸法 (単位:mm)

| ケーブル名 | ポリエチレン管 | | FRP管 | |
|-------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | 裸PC鋼より線 (外径/肉厚) | エポキシ被膜 (外径/肉厚) | 裸PC鋼より線 (外径/肉厚) | エポキシ被膜 (外径/肉厚) |
| C 9 | 90/ 5.1 | | 88/4.0 | |
| C12 | 110/ 6.3 | 125/ 7.1 | 106/4.0 | 119/4.0 |
| C19 | 125/ 7.1 | 140/ 8.0 | 119/4.0 | 132/4.0 |
| C27 | 140/ 8.0 | 160/ 9.1 | 132/4.0 | 150/4.0 |
| C37 | 160/ 9.1 | 180/10.2 | 150/4.0 | 170/5.0 |
| C48 | 180/10.2 | 200/11.4 | 170/5.0 | 188/5.0 |
| C61 | 200/11.4 | 225/12.8 | 188/5.0 | 210/5.0 |
| C75 | 225/12.8 | 250/14.2 | 210/5.0 | 232/5.0 |
| C91 | 250/14.2 | 280/15.9 | 232/5.0 | 259/5.0 |
| C108 | 280/15.9 | | 259/5.0 | |

ポキシ樹脂塗装PC鋼より線などが、保護管にはPE管、FRP管、鋼管などが適用でき、様々な環境条件に応じた防食システムおよび保護管塗装による彩色を選定することができる。

- 4) 万一のケーブル損傷に際しても、張力解放によりケーブルの交換が容易な構造となっている。
- 5) 活荷重および雨風等によって発生するケーブルの荷重変動が、ボンドソケット効果（テーパの付いたソケット内部のグラウトとPC鋼より線の付着により荷重を負担する効果）により、直接ウェッジプレートに伝達されない。またケーブルに発生する曲げモーメントも弾性ベアリングにより軽減される。
- 6) ウェッジプレート背面に取り付けるスペーサーにより、PC鋼より線がプレート背面で摩耗しない。
- 7) 定着体一式を工場にて組み込んで出荷するため、

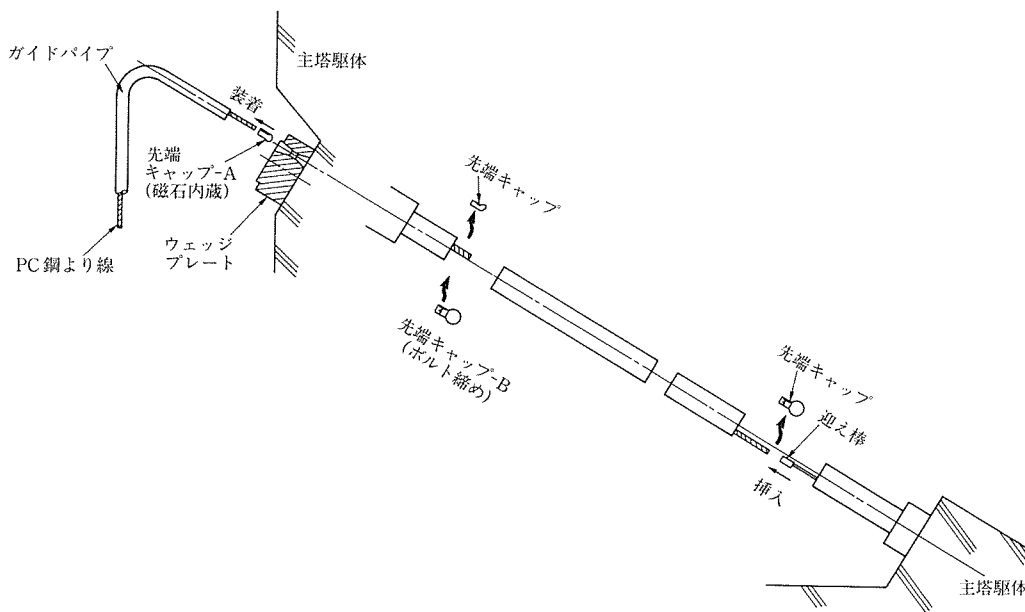


図-4 PC鋼より線挿入要領

現場では主桁にセットするだけで施工が簡単である。

7. 施工方法

ディビダーク斜張ケーブルシステムの施工方法には所定の位置に配置された保護管内に1本ずつPC鋼より線挿入する方法とあらかじめ製作されたマルチケーブルを重機、ウィンチ等を使用して架設する主に2種類の方法がある。

施工方法の一例としてPE管架設要領を図-3に、PC鋼より線の挿入要領を図-4に、ケーブル緊張要領を図-5に示す。以下に施工方法を示す。

- ① 定着体据付……タワークレーンにて定着体を所定の位置に設置する。
- ② コンクリート打設……主塔部と主桁部にて定着体周りのコンクリートを打設し、養生後型枠を脱却

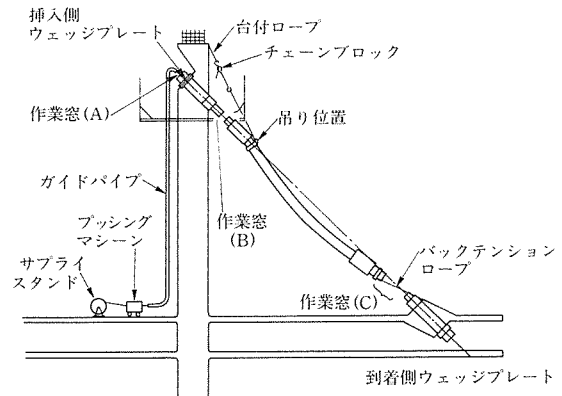


図-3 PE管架設要領

する。

- ③ PE保護管の準備……PE保護管内に鋼製スパイラルスペーサーを引込装着し、主桁上面にて順次融着する。
- ④ PE保護管の吊上げ……PE保護管の両側にPEスリーブおよびPE管引張治具を装着後、所定の位置を保持し、タワークレーンで所定の高さまで移動する。
- ⑤ PE保護管の架設……PE保護管の張力を主塔側から台付けロープに預け直して、迎え棒作業窓を確保するようにチェーンブロックを調整する。
- ⑥ PC鋼より線の挿入……PE保護管のサグを取り除くため先行PC鋼より線を挿入緊張する。その後先端キャップを装着および脱着しながらPC鋼より線を送り込む。到着側ではウェッジプレートにて迎え棒を使用してPC鋼より線を引き込む。
- ⑦ 挿入時PC鋼より線端部処理……ウェッジプレートとウェッジを用いてPC鋼より線が滑り込まないように、取り付けたウェッジを軽く木ハンマーで打ち込んでから到着側より緊張を行う。
- ⑧ 到着側PC鋼より線端部処理……ジャッキの緊張長さ、ラムチェアーの高さを考慮し、余長Lを決定する。Lの位置で切断した後、シングルジャッキで先

行PC鋼より線を緊張する。

- ⑨ 先行PC鋼より線の配置……先行PC鋼より線は保護管内天側の約3本を選択し、最終荷重まで緊張する。
- ⑩ PC鋼より線挿入完了……先行以外の残りのPC鋼より線については地面側より天側に向かって順次挿入し、所定の張力レベルまで仮緊張を行う。
- ⑪ PE保護管閉鎖……主桁側、主塔側の作業窓にてPEスリーブをスライドさせて閉合し、所定の電圧、電流をチャージして融着接合する。
- ⑫ 一括緊張……シングルジャッキ緊張で不足する荷重分を、マルチジャッキで一括緊張する。
- ⑬ 施工中の防錆処理……ウェッジプレート、PC鋼より線など外気部に防錆材を塗布し、シートなどで養生する。
- ⑭ 一括再緊張……工事中の調整および完成後の上越し調整時にシムによる張力補正を行う。

8. 主塔サドルシステム

エクストラロード橋などに使用される主塔部のサドルシステムは主塔部でのケーブルピッチを密に配置できるため主塔高さが低く押さえられ、かつ主塔断面を小さくできるなどのメリットがある。PC鋼より線を19本、27本、37本使用したサドルシステム（図-6、写真-1）が汎用として使用されており、斜張ケーブルシステム同様9本～108本のケーブルでのサドルシステム的设计、製作ができる。

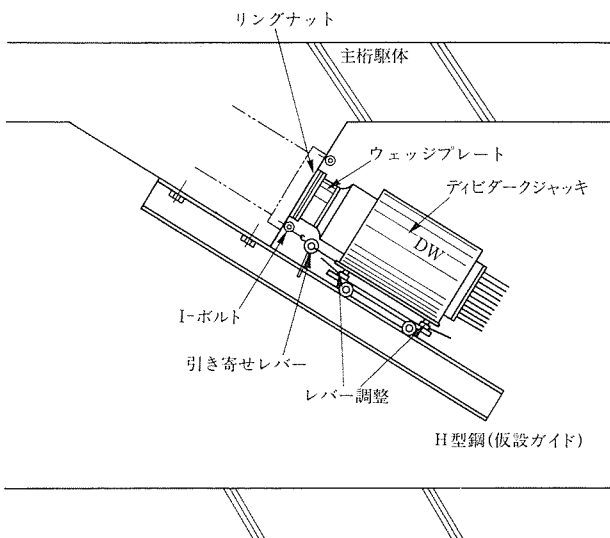


図-5 ケーブル緊張要領

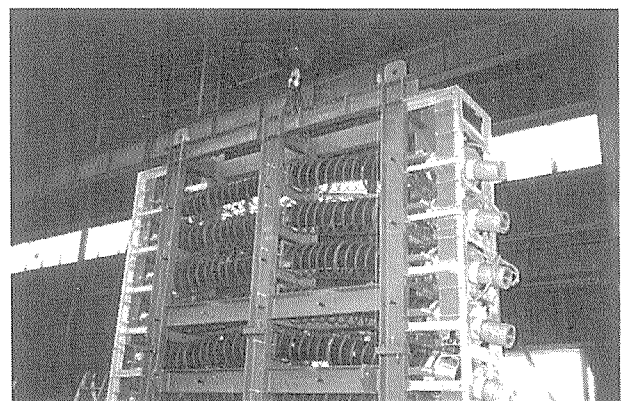


写真-1 サドルシステムの一例

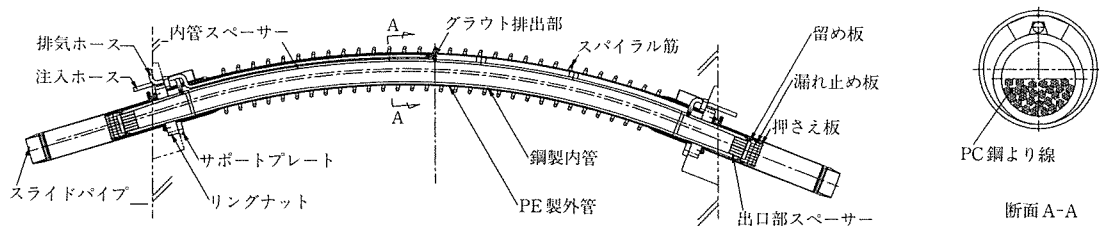


図-6 サドルシステム標準図

9. サドルシステムの特徴

- 1) SETRA (フランスの外ケーブルに関する指針) に準拠した構造となっている。
- 2) サドル体は鋼管とポリエチレン管の二重構造になっており、万一の車両の衝突時などにおけるケーブル交換が可能である。
- 3) テーパー加工を施したソケットが内管部出口に内蔵され、グラウトと内管との付着力を高めている。
- 4) サドル出口部にポリエチレン製のスペーサーを取付け、PC鋼より線相互間の移動量が大きい出口部近傍ではフレッチングを起こさない構造となっている。
- 5) 活加重作用時や風および雨などによるケーブル振動時に、サドル出口部でケーブルに曲げ応力が集

中しないようにスライドパイプを取り付け、曲げ剛性を段階的に減少させている。

- 6) 鋼製架台にサドル体およびコンクリート型枠をセットしたプレハブ状態で出荷されるため、現地では主塔に据付けるのみで施工が可能である。
- 7) エポキシ樹脂塗装PC鋼より線やマルチ防食ケーブルなどに対応したサドル体の製作も可能である。

10. 備 考

上記システムのほか、エクストラロード橋に適した主桁部での定着システム (VCIIシステム) や、主塔部でのプレハブ型定着体システム (分離型定着体またはクロス型定着体を鋼製架台に載せて一括で主塔に設置できるプレハブシステム、図-7) などが設計、製作できる。

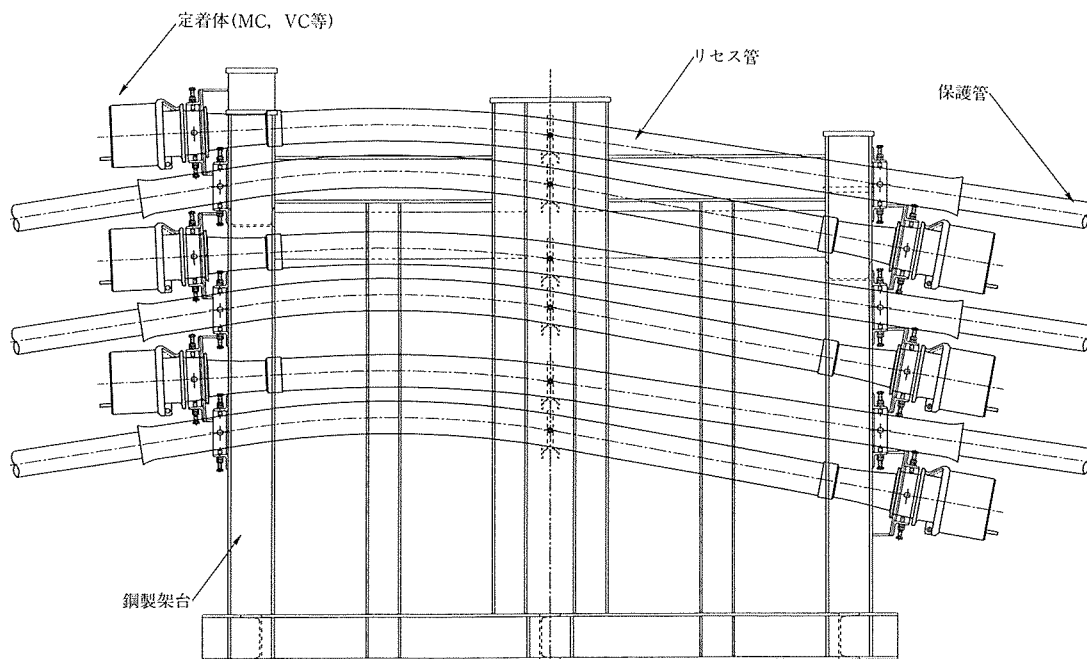


図-7 主塔部プレハブ定着システムの一例