

有明コロシウム大屋根架設工事

Constructing the Wide-Span Roof of the Ariake Colosseum

西垣 登* 奏 孝**
Noboru NISIGAKI Takashi HATA

Summary

The Ariake Colosseum was the largest outdoor tennis-court complex in Asia. Recently it was provided with a movable roof, which was added to the previously existing structure in the largest project of its kind in Japan, to permit more efficient use of the facilities. The main frame of the roof is composed of arched steel trusses spanning 136 meters, supported by inverted quadrangular pyramid column bases.

The roof is divided along the north-south axis into two sections which can be moved in parallel. To build it, a vertical jacking method combined with a travelling method was chosen after considering various constraints such as load limits and the displacement of the roof structure.

Construction involving 3,000 tons was completed in the short-period of four and a half months. This paper outlines the construction process.

1. まえがき

東京都立有明テニスの森公園は、文化・スポーツ・レクリエーション機能を有し、その中心的施設である有明コロシウムは1万人収容の屋外テニス競技場である。毎年4月にテニスの国際試合ジャパンオープンが開催されている。しかし、屋外施設であるため、悪天候によりイベントが中止になったり、試合スケジュールが大きく狂うことなどが多く、施設の有効活用の目的として建物の上部に開閉式屋根を増設する工事が行われた。本報告書は、わが国初の大規模開閉式屋根の架設工事の概要を記すものである。

2. 工事概要

本工事は既存建物の構造に悪影響を及ぼさず、開閉式屋根を構築する独立構造体となっており、スパン136mのアーチ形状の鉄骨トラスは、逆四角錐形状の柱脚に支えられている。各柱脚には走行台車が配置され地上走行路上を南北方向に2分割されて平行移動する。移動距離は南側へ52.5m、北側へ21.0mで、約20分で移動できる開閉システムが用いられている。屋根構造図を図-1に実施工程表を表-1に示す。また、建築概要ならびに施工数量等は以下の通りである。

- 1) 増設屋根水平投影面積 17,366m²

- 2) 建築高さ 軒高 18.45m 最高高さ 40.10m
3) 支間 136.0m
4) 屋根仕上 折版 (内部断熱吸音処理)
5) 鉄骨総重量 約2,900tonf (166kgf/m²)
6) 主要部材数 約4,100ピース
7) 高力ボルト本数 約15万本 (M20、M22)

3. 構造

開閉式屋根は、南北2枚の屋根パネルに分割されており、両端部に10mの張出し形状の大庇を有し、中央部も庇状に切れ込んでいる。スパン136mのアーチ型トラスは10.5mの間隔で1パネル当り5枚配置され、平面トラス梁と逆四角錐形鋼管柱脚により構成されている。付属物としてはキャットウォーク・垂れ壁・屋上ダンパー・中央桶等が取り付けられている。

4. 架設工法の選定

架設工法を選定するにあたり、主たる架設条件を整理し以下に示す。

- 1) 施工場所は既に供用されている公園内で、作業区域が制限されている。
2) 既存施設等はできるだけいじらず、コロシウムには大きな架設時荷重を与えないようにする。

* 宮地建設工業(株)東京支店工事2部計画2課課長補佐

** 宮地建設工業(株)東京支店工事1部工事課課長補佐

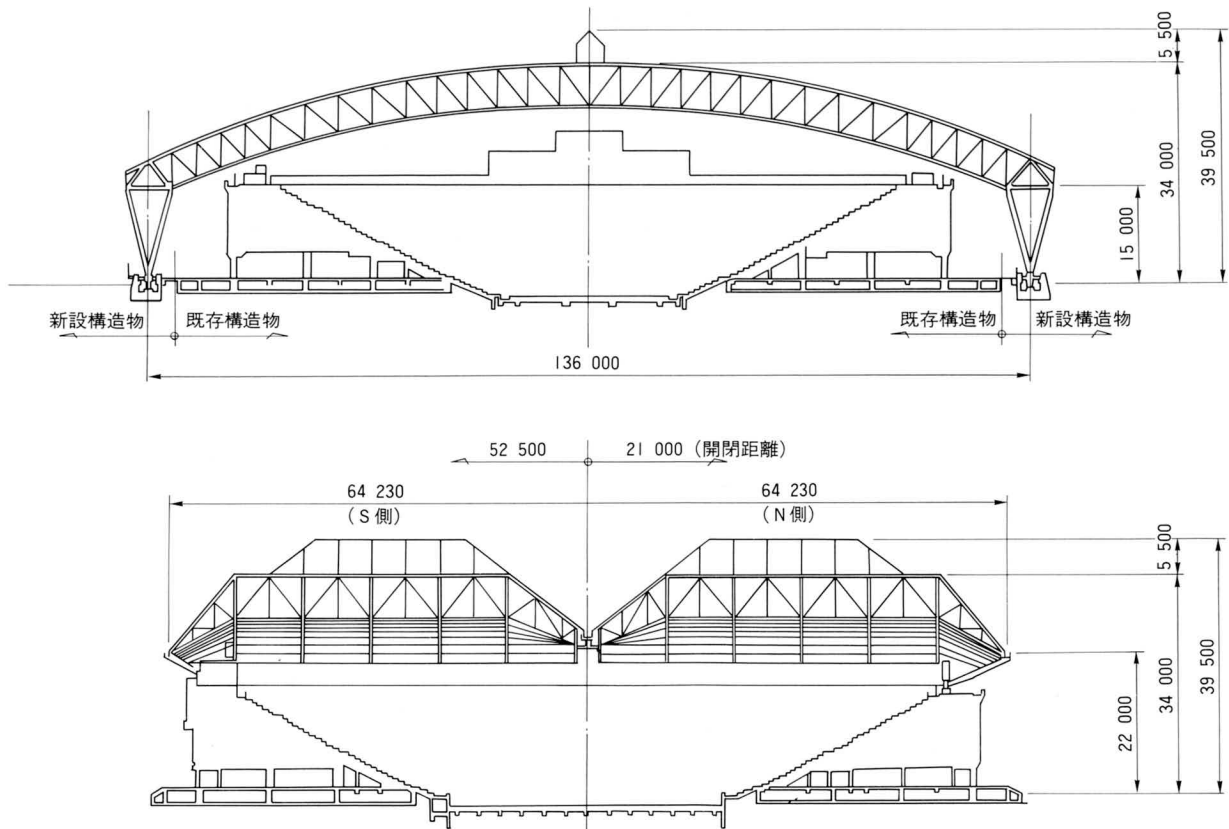
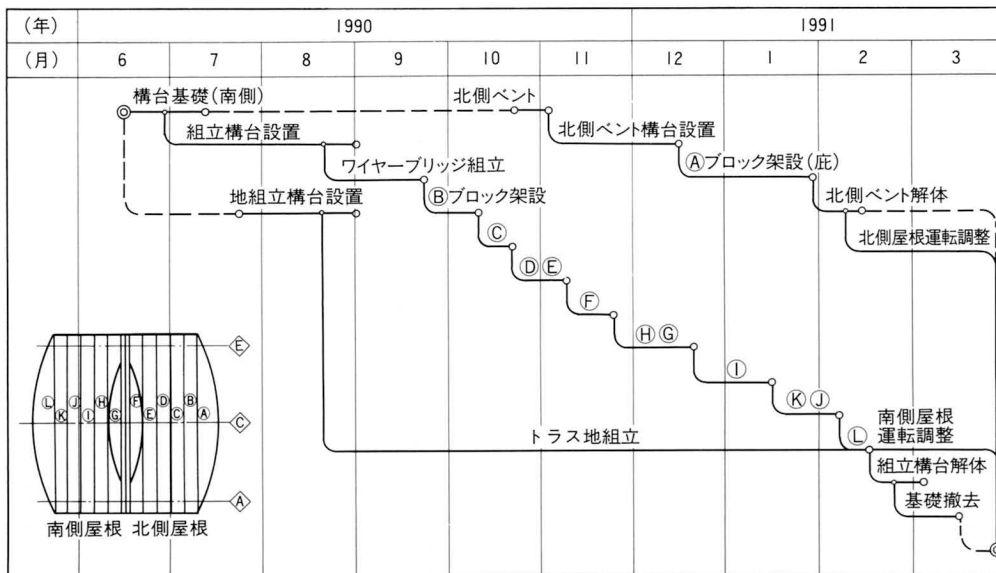


図-1 屋根構造図

表-1 実施工程表



- 3) 全体工期は11.5ヵ月と短く、そのうち架設工事は4.5ヶ月で非常に厳しい工程である。
- 4) 屋根構造は大スパンであるため、鉛直ならびに水平

変位が大きく発生する。

以上の項目に着目し総合的に判断した結果、ジャッキアップダウン工法とトラベリング工法の併用案が選定さ

れた。トラベリング工法の利点として、架設ヤードが限定され組立構台等架設設備が少なく工程短縮につながる。また、問題点としては、このような変位の大きい大スパン構造物の場合、先に組み立てジャッキダウン、移動したトラスと新たに構台上で組むトラスとは、形状が異なり連絡が困難になる。変位量はスパン中央で200mmの鉛直変位が発生し、両側柱頭部では約30mmの水平変位が生じる(図-2)。そうした問題点を解決するため、先に組みあげドラベリングしたトラスを再度部分的にジャッキアップし、初期形状にもどして次のトラスを逐次連結する方法を併用することとした。

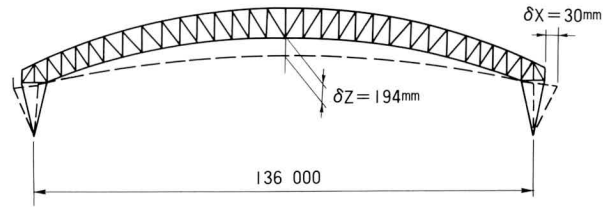


図-2 メイントラス変位図

5. 架設

開閉式屋根の架設を行うにあたり、架設設備の検討および製作時に反映すべき事項等を検討し、安全かつ、効率的に工事ができるように事前に詳細計画を行った。架設フローチャートを図-3に、工事ヤード平面図を図-4に示す。また、架設概要を以下に示す。

(1) 架設構台の組立て

38基のペントと工事桁からなる組立構台を、コロシアム南側に設置し架設ヤードとした。この地域は埋立地で地盤が軟いため、平板載荷試験により地耐力を確認し、ペント下にコンクリート基礎を設けた。屋根の両端部に大庇があり、構台上部を下げる必要があるためあらかじめ組み替え可能な構造とした。また、構台頂部に落下防止用のワイヤーブリッジを全面に張り渡し作業足場としても利用した(写真-1)。

(2) 地組立構台の組立て

部材はすべて単材で現場へ搬入されたが、作業の安全性と効率を考え、あらかじめ面材または立体ブロックに地組みをすることとし、架設ヤードに隣接して地組立ヤードを設け砕石を敷き込み、面組架台として立体組構台を組み立てた。

(3) 柱脚架設設備の組立て

柱脚は逆四角錐形で不安定な構造であるため、あらかじめ転倒防止設備として、控索用コンクリートアンカーブロックを両側に埋設した。また、柱脚廻りの作業足場として枠組足場を両側に設置した。

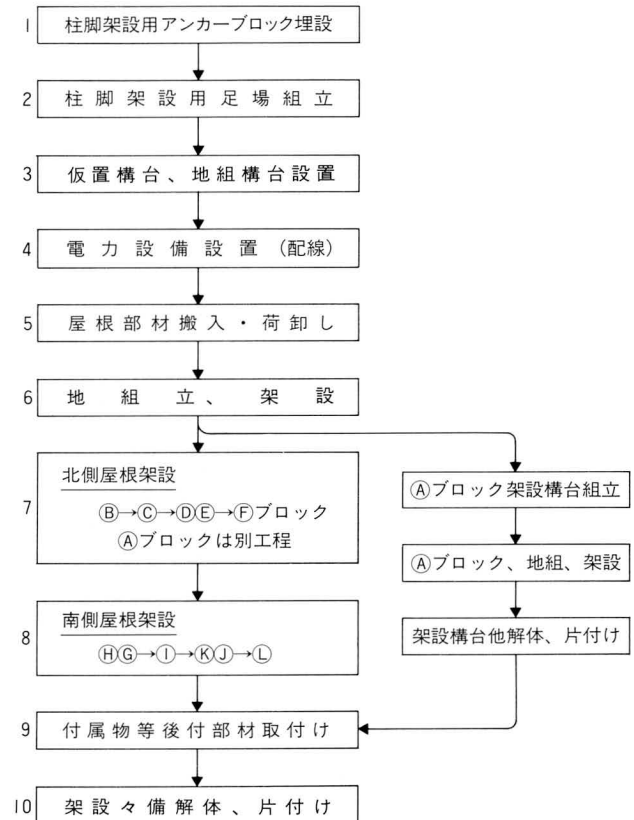


図-3 施工フローチャート

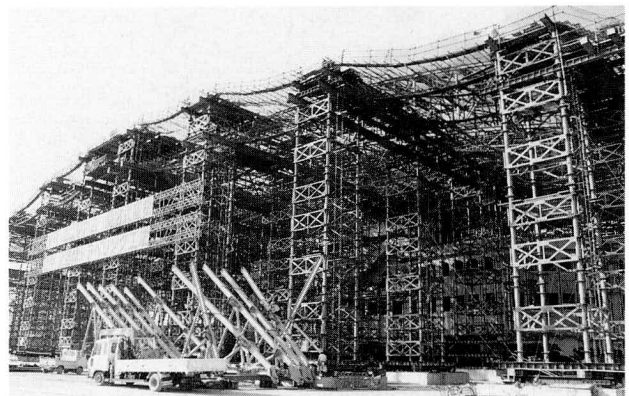


写真-1 組立構台設置状況

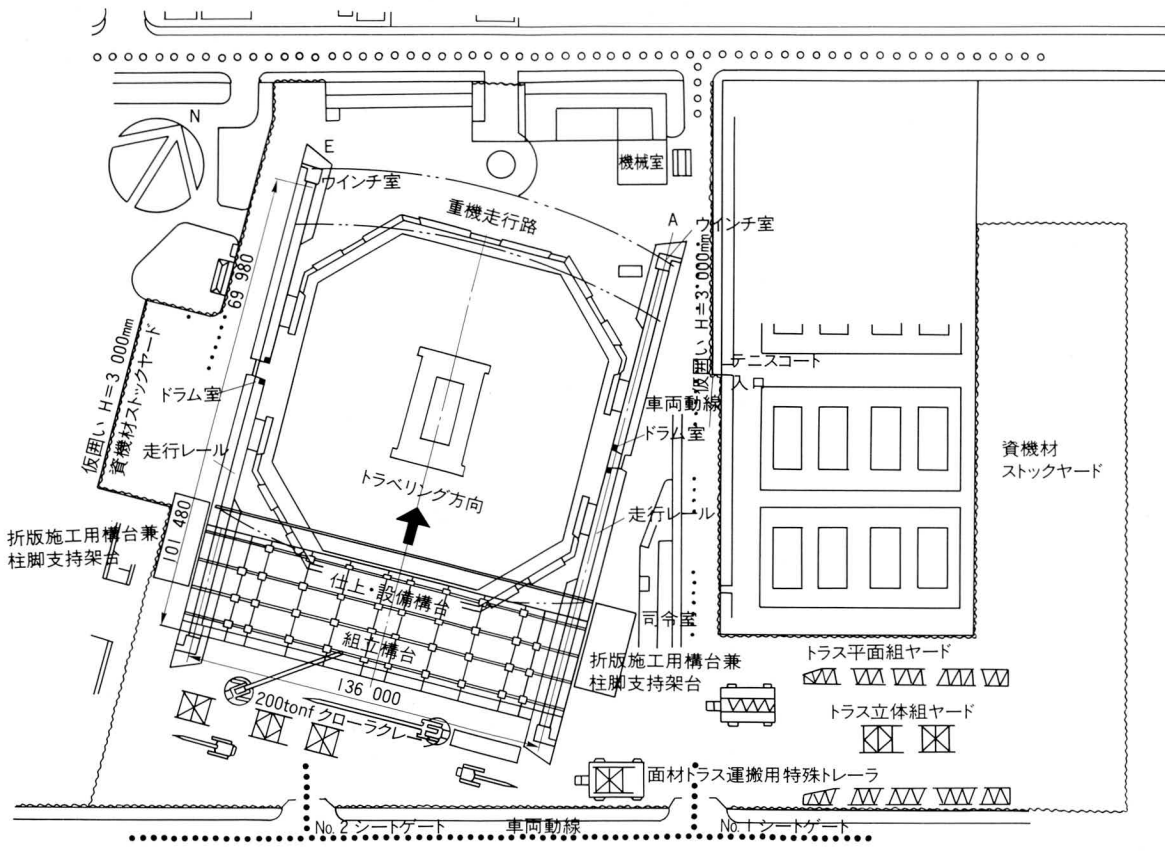


図-4 工事ヤード平面配置図

(4) ユニット足場の組立て

高所で必要な作業足場は、できるだけユニット化し組みが簡単な構造とし、あらかじめ地組みした。

(5) ジャッキ仮受設備の設置

ジャッキ仮受設備を38ヶ所設置し、架設時の高さ調整ならびにジャッキアップダウン等が安全にできるように設備を施した。

(6) 部材地組立て

架設順序に従って部材を搬入し、柱脚ならびにメイントラス、サブトラスを形状管理しながら、面材または立体ブロック形に地組みした後添接ボルトを締め付けた。地組みは重量比で95% H T B 本数比で80%まで行うことができ、安全性ならびに作業効率に大きく寄与できた。塗装は工場で仕上げまで施されており、添接部の塗装、タッチアップ等についても地組み時に極力行うものとした(写真-2)。

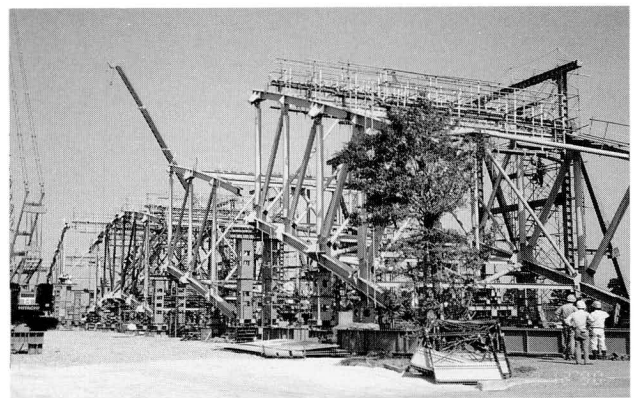


写真-2 地組立状況

(7) 架設

架設作業は200tf吊りクローラークレーンを2台使用し、両側の柱脚を既に配置済みの走行台車上に据え付け、転倒防止用の控索で両側からしっかりと引っ張り、端末に仕込んだ大型チェーンブロックで建入調整を慎重に行った。トラスの架設は両側の柱脚付きから中央に向けて行い、閉合部は単材架設とし累積誤差を吸収しやすくした。なお、架設形状の調整はジャッキ等を用いて順次行った。

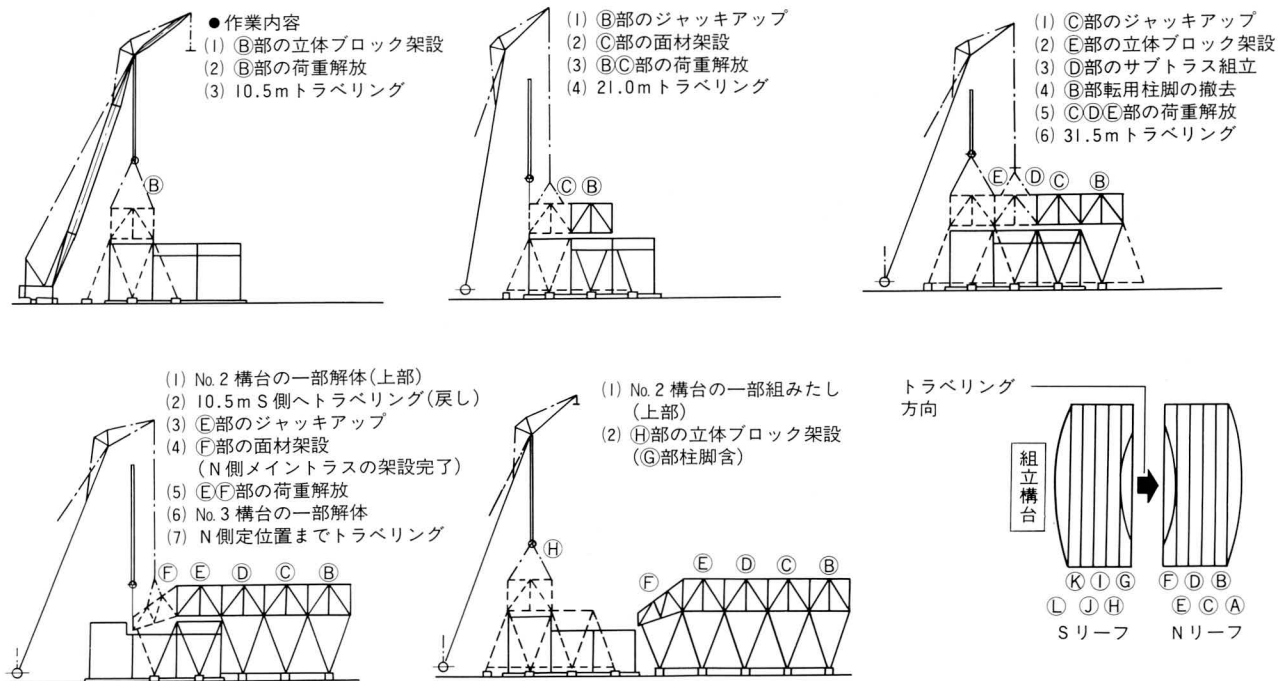


図-5 架設ステップ図

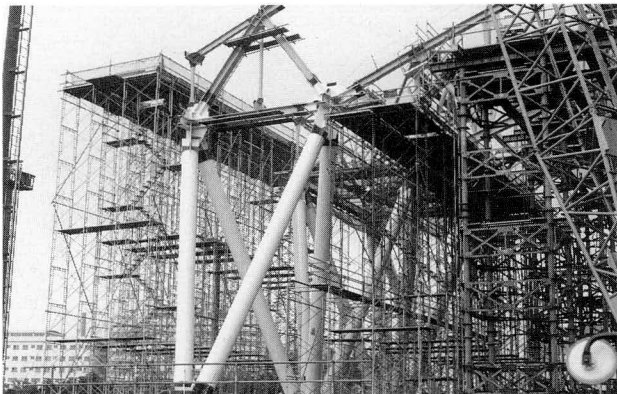


写真-3 柱脚架設状況

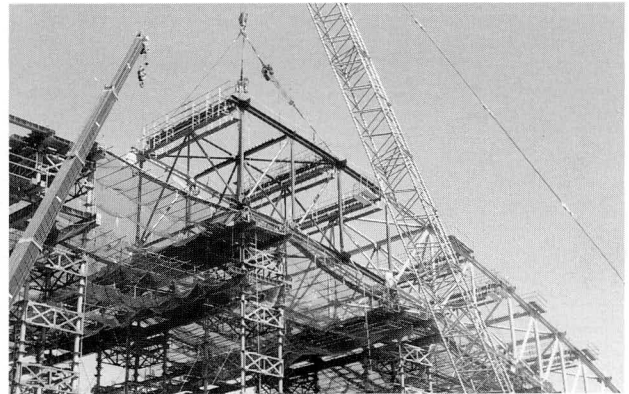


写真-4 トラス架設状況

図-5 に架設要領を、また写真-3～5 に架設状況を示す。架設ステップは図-6 によるが両側に底があり、構台上部の組払い作業が生じるため変則的なスラップになっている。

(8) ジャッキダウン

各ステップの架設後、組立構台上の仮受設備内に油圧ジャッキをセットし、仮受反力の解放を行う。そのジャッキはメイントラス1面当り8台セットし最大4面でのジャッキダウンとなり、ジャッキ総数は32台となった。ジャッキ能力および設置箇所は、反力・たわみ量等を考



写真-5 トラス架設全景

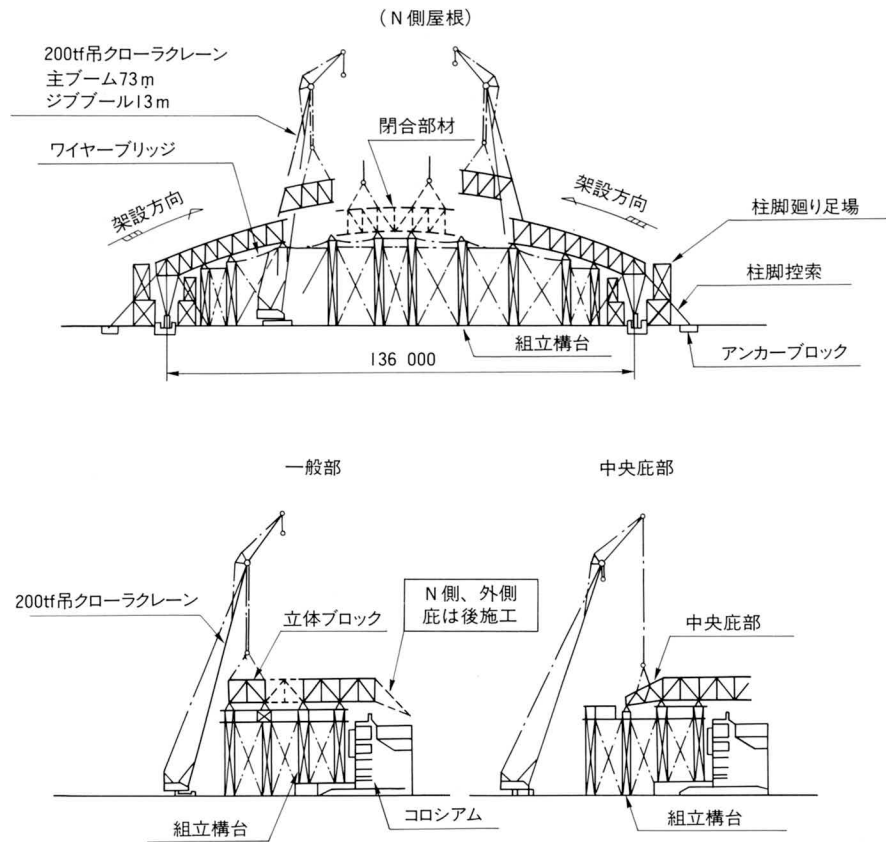
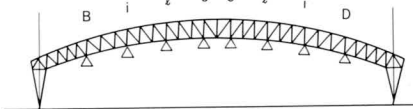


図-6 架設要領図

表-2 ジャッキ能力と設置位置

| 支点 | 計画反力 (最大) | ジャッキ 能力 | ダウン量 (最大) | ストローク | 台数 |
|-------|--------------|------------|--------------|-------|----|
| O O' | 35.9tonf | 100tonf | 187mm | 220mm | 8台 |
| ℓ ℓ' | 38.5 | 50 | 147 | 200 | 8 |
| i i' | 42.1 | 50 | 106 | 200 | 8 |
| B D | 20.9 | 50 | 41 | 100 | 8 |
| 合計32台 | | | | | |



慮して表-2のように決定した。また、このトラスは左右対称形であり、反力も対称に作用するためジャッキの油圧バランスがとれるよう同圧ジャッキホースを1台の油圧ポンプに入れ、4連異荷重ポンプユニット4台(3.7KW×4P×4台)を用意して32連動ジャッキ操作を可能にした(図-7)。ジャッキダウンはまず仮受点の反力を

100%ジャッキに移し、反力値とダウン量を確認しながら10%ずつゆっくり下げる要領で行った。その際、水平変位についてはこまかく反力を仮受設備に受け替え、また、ジャッキ受点直上の垂直材断面が小さく細長比も大きく座屈しやすいため、アンバランスが生じないように管理システムを作成して慎重に行った(写真-6、7、図-8)。

(9) トラベリング

仮受点の解放が終了後、障害物等を確認し計画位置までトラベリングを行った。トラベリングの方法は本設台車にフレームを取り付け、油圧ジャッキで引っぱり、反力受けはレールクランプ装置を用いた。ジャッキストロークは110cmで盛り替えながらトラベリングを行った。盛替時の逸走防止は台車の後部に、レールクランプ装置をセットし自動的に盛り替えを行った(写真-8)。計画位置までのトラベリング終了後、ただちに本設ロックピンを挿入し移動防止を施した。

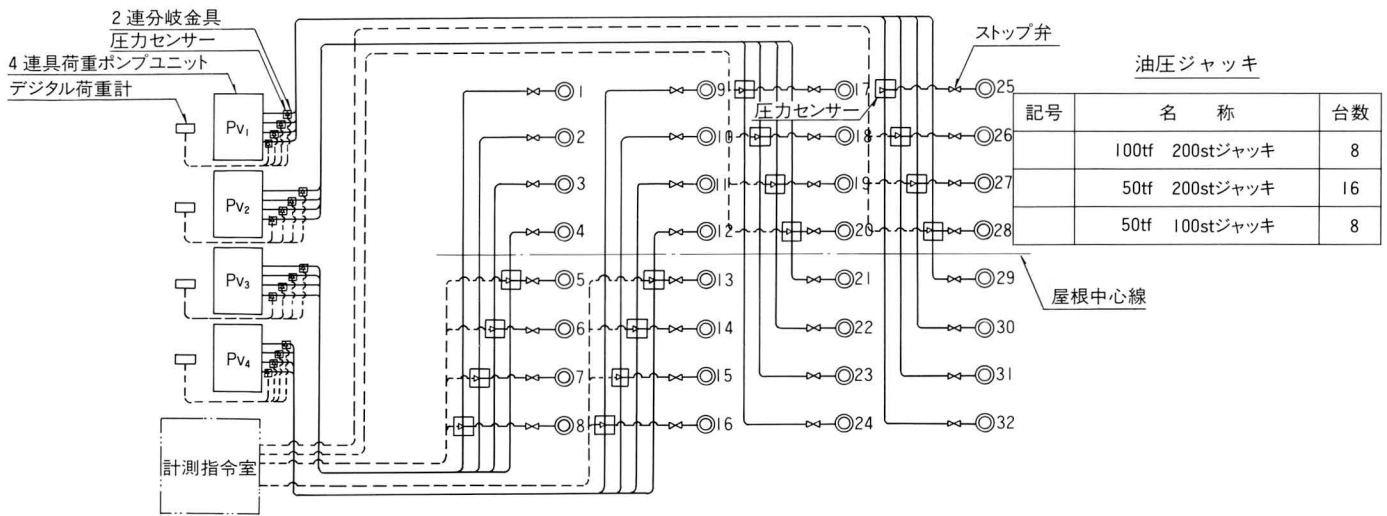


図-7 油圧ジャッキ配管系統図



写真-6 ジャッキダウン状況

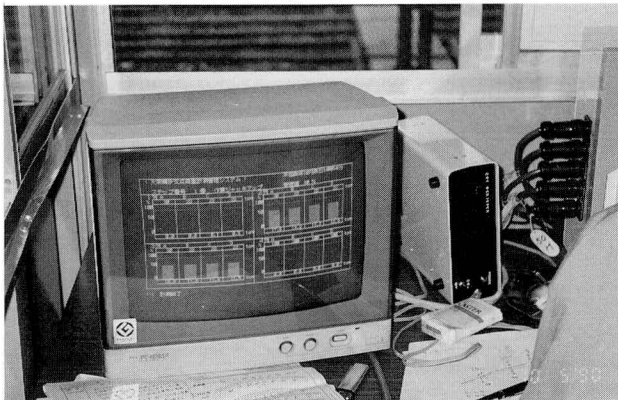


写真-7 ジャッキダウン反力管理

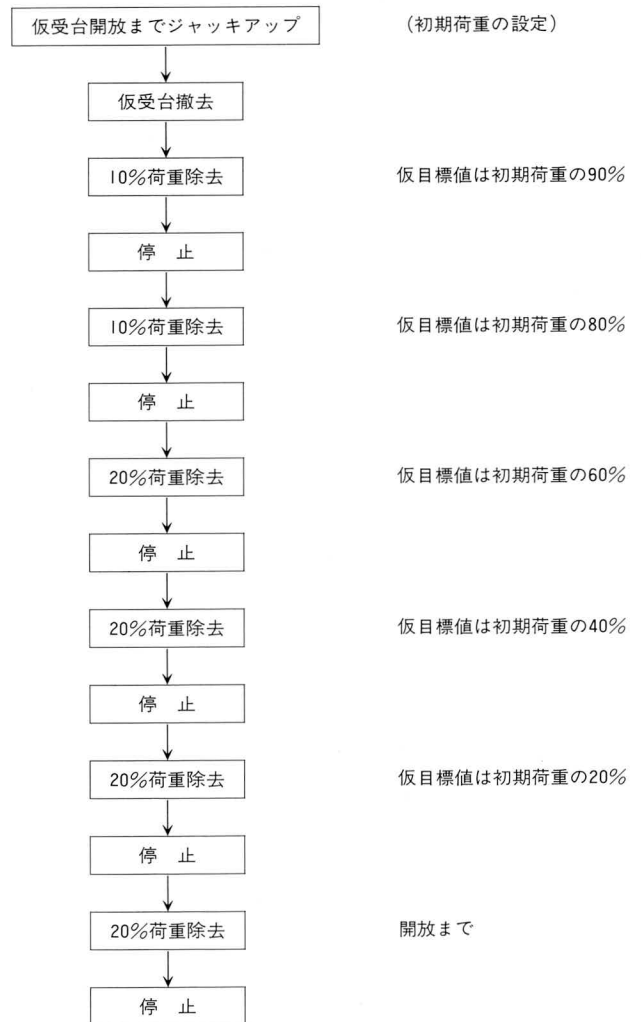


図-8 ジャッキダウンステップ図

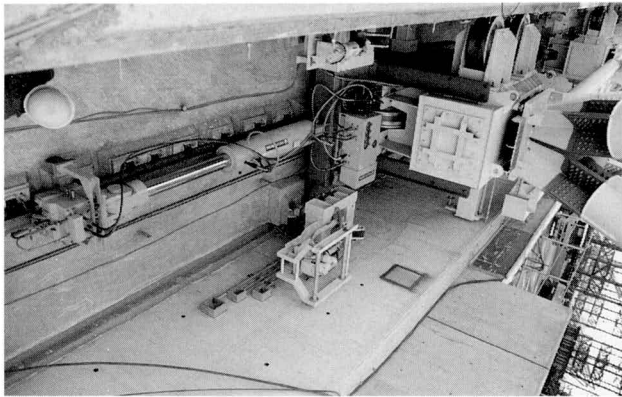


写真-8 トラベリング状況

(10) ジャッキアップ

仮受点の反力解放によりトラスならびに柱脚が大きく変位し、次の新設トラスを組み合わせることができないため、再度ジャッキアップを行い初期形状に近い状態まで戻し、その後新設トラスとの連結を行った。ジャッキアップは反力バランスを確認しながら慎重に行った。

以上の要領で架設工事を行った。しかし途中において

様々な問題も発生したが、工事関係者の英智を結集し、1つ1つ解決しながら慎重に進めた。

6. あとがき

有明コロシウム開閉式屋根架設工事について概要を報告した。日本初の大規模開閉式屋根と言うことで注目を浴び、技術的にも非常に難しい工事であった。また、工程的にも厳しく、このような単部材重量(約700kgf/1部材)の軽い構造物を、地組立て・架設・ジャッキアップ・ダウン・トラベリング等の作業ステップをクリアしながら4.5か月間で約3000tonfの架設を行った。これは非常な突貫工事であったが、関係各位の協力を得て品質管理、安全管理面において、高い成果をあげることができたことを報告致します。また、本架設工事に際してご指導、ご鞭撻をいただいた株式会社竹中工務店・大都工業株式会社・立石建設株式会社共同企業体の関係各位に謝意を表します。

1991.11.25受付

グラビア写真説明

田人大橋

国道289号は、東北最南端に位置する福島県いわき市から白河市を経て田島、新潟へつうずる道路であり、福島県内においては東西幹線であり、常磐道にも続く重要路線となっている。

総延長9,900Mの改良工事を三沢、川部、銭口、辺栗の4工区に分けて改良工事に着手し、現在も路線延長の工事が進んでいます。

田人大橋は、銭口工区の回事ダムの湖面を跨ぐ長大橋で開通を今年迎えようとしています。(志子田)

新汐川仮橋

本橋は忠臣蔵で有名な吉良上野之介ゆかりの地である吉良町の北隣に位置する愛知県西尾市を東西に横切る、県道西尾一幸田線新汐川橋の交通切まわし用応急組立橋である。

この当社開発応急組立橋「MT Bridge」(MIYAJI TEMPORARY BRIDGE)-II型は継手部に特殊覆工板(2.0m×2.0m×0.2m)を採用した2経間連続鉸桁であり、県の矢作川流域下水道事業管渠敷設工事に伴う橋である。(加藤)