

特殊建築構造物構築工法「移動式直吊工法」の開発

Development of a Hoist Method which Uses a Traveling Device

西垣 登* 富谷 淳司** 廣瀬 崇**
Noboru NISHIGAKI Atsushi TOMIYA Takashi HIROSE

Summary

Structures with complicated space frames have recently become more common, thanks partly to advances in computer science. For these structures, the application of conventional construction methods which make use of temporary braces has become problematic in terms of workability and economy. This led to the development of a hoist method which uses a traveling device. The present paper describes the hoist method, which proved to be efficient when used in construction work.

キーワード：ドーム構築，直吊工法

1. はじめに

ドーム並びに特殊構造物の構築工法として、一般的に地上から仮設支柱で支持する「仮受ベント工法」が採用されている。規模が大きくなるに従い仮受ベント設備も大型化し、設備にかかる費用が膨大となる。また、危険作業が増加するなどの問題が多い。

仮受ベントを低減する工法として「リフトアップ工法」「プッシュアップ工法」「スライド工法」「斜吊り工法」等の特殊工法が施工実績としてあるが、それらの工法が構造的に採用できない場合の新しい構築工法として、「直吊り工法」を考案し、2件の工事に於いて効果的であったため、その施工方法を報告する。

尚、工法の採用にあたっては、構造特性を十分照査し、さらに施工解析を行い、採用を決定する必要がある。

2. 移動式直吊り工法の説明

(1) 構造物概要

特殊鋼構造物の直吊り工法を採用した例として鹿児島県指宿市の「高齢者交流センター・中央ホール鉄骨建方工事」を挙げる。この中央ホールは「斜めに置かれたラグビーボール」といった印象を強く受ける非常に特殊な鋼構造物といえる（写真-1，図-1）。

その特殊性を以下に挙げる。

- ① 幾何学形状の中心軸がG Lに対して36°傾斜している。
- ② 通常のドームとは異なり、いわゆる「赤道」が通っている。
- ③ 主構造のアーチ鉄骨が中心軸より放射状に配置されている。
- ④ 部材構成が「柔」な3次元骨組み構成で建方途中の変形が大きい。

(2) 建方工法の選定

この特殊鋼構造物の施工方法として、一般的な仮受ベントを用いた多点支持工法を用いると、支持点が多いため膨大な数量の機材を必要とする。さらに構造物の「赤

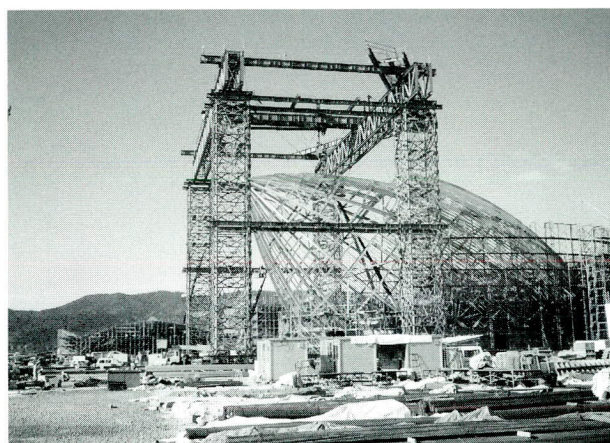


写真-1 移動式直吊設備とホール鉄骨建方完了状況

* 宮地建設工業(株) 建築事業部建築工事部建築計画課長

** 宮地建設工業(株) 建築事業部建築工事部建築計画課

道」が地表に存在する事により、「ベントで支持した鉄骨の上にさらにベントを組み立て、上部の鉄骨の建方を行う」と言った複雑な作業となってしまう、そのベント解体も非常に困難である。また、ベント支持点の仮受治具も複雑な3次元形状となる。また、形状調整にはジャッキが必要となる。

以上の仮受ベント工法でのデメリットである経済性と作業性を改善する手段として、直吊り工法の提案を行った。構造物の平面形が縦長であるため、短辺方向に直吊り構台を設け、長辺方向に構台移動用の軌条設備を配置し、構台を各節の建方毎に移動させながら逐次建方を行う「移動式直吊り工法」を開発して施工を行った。

(2) 移動式直吊り構台概要

構造物の両側に移動のための軌条設備を4条配し、支柱(ベント材)、エレクショントラス、直吊りガーダーからなる門型形状の直吊り構台を設置した(図-2)。

- ①移動用軌条設備
- ②支柱用ベント
- ③エレクショントラス
- ④直吊りガーダー

移動は支柱の基部に小型台車を組み込み移動方向、前方に油圧チルホールを2台連動させ、後方に逸走防止用のワイヤーロープを設けた。

直吊り装置は吊り点位置にあわせて容易に移す事ができるように考慮し、チェーンブロックにて鉄骨の位置調整を行った。

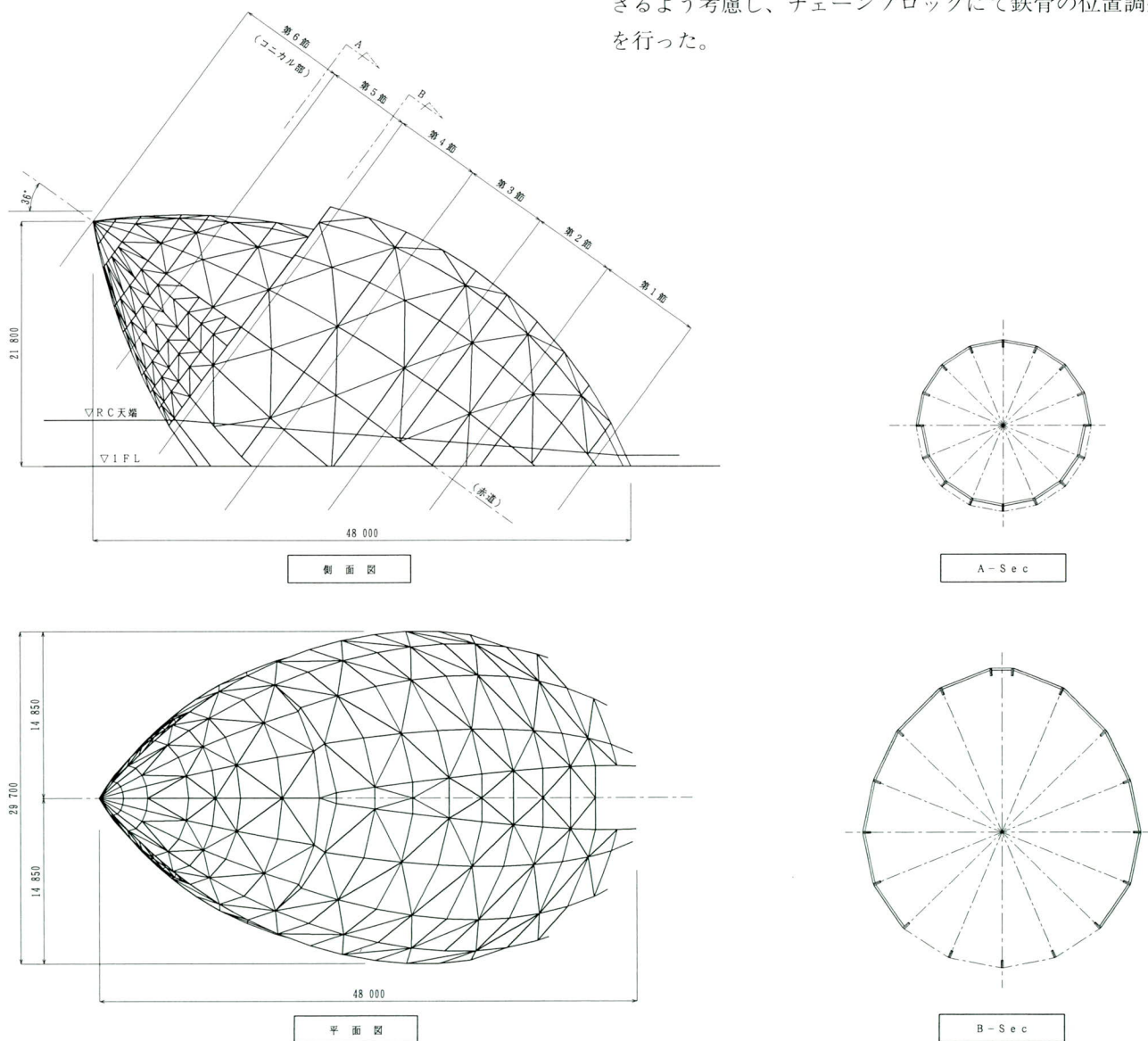


図-1 構造図

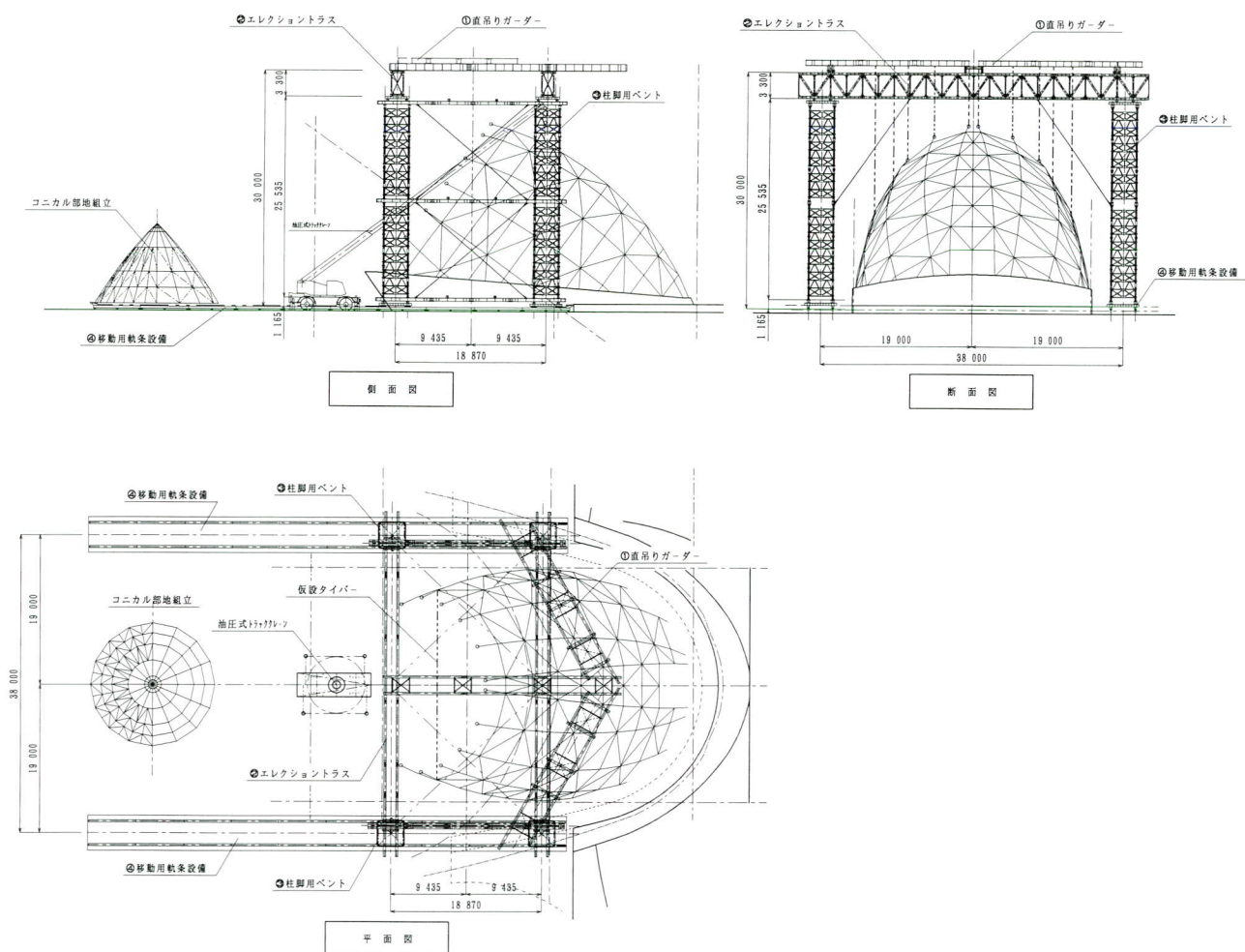


図-2 建方計画図

(3) 施工説明

1) 移動式直吊り構台の組み立て

平坦な基礎上にH型鋼レール (H-300) を片側2条ずつ精度を確保し、正確に取り付ける。

次に走行台車・下梁を組み立て、その上に高さ約25mのペント支柱を立て、構造物を横断する方向にエレクショントラスを2セット配置して、安定した門型フレームを構成する。

直吊りガーダー及び直吊り設備は骨組みの吊り点にあわせて設置する。

2) 鉄骨建方

構造物を五つの節に分割して建方を行うものとし、まず移動式直吊り構台を所定位置に移動させ、仮固定を行った後、下方の鉄骨から順にクレーンで吊り上げ、玉掛けワイヤーを開放する前に直吊り設備に吊り替えながら

多点吊りによる建方を行う。

1節の建方完了後、仕口部の3次元測定を実施し、形状確認を行い、修正箇所は直吊り設備にて調整を行う(写真-2)。

全ての調整を完了させた後、各継ぎ手部のボルトを締め付けを行う。その後直吊り設備を開放するが、予め構造物の3次元解析を行った結果、骨組み剛性が小さく変形量が大きいため、仕口面中段に水平仮設タイロープを緊張し変形を拘束する。

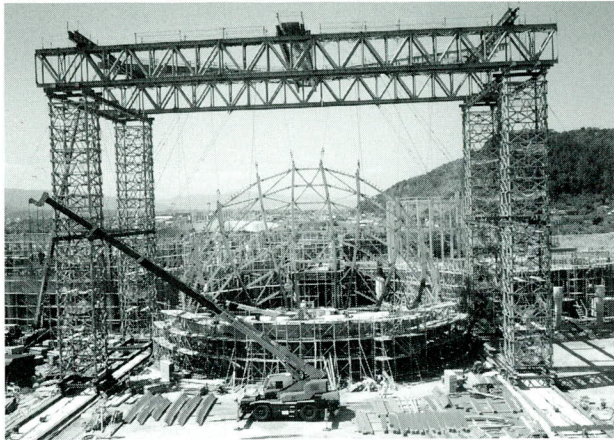
以上の要領で移動式直吊り構台を移動させながら2節以降の鉄骨建方を繰り返し行う(図-3)。

3) コニカル部建方

構造物の頂部であるコニカル(円錐)部は、地上で一体ブロック(重量約45t)に地組みを行い、移動式直吊り構台にて吊り上げ後、建方位置まで運搬させる。

コニカル部の建方角度調整並びに仕口の微調整を行い

ボルトの締め付けを行う（写真－3，写真－4）。



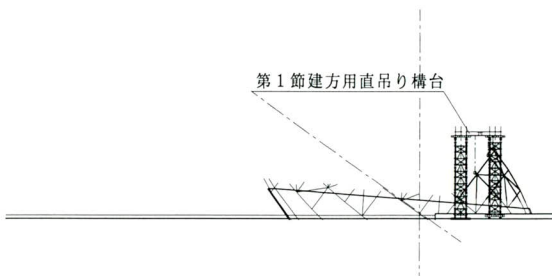
写真－2 第1節直吊りによる建方状況

3. 大空間屋根鉄骨直吊り工法の説明

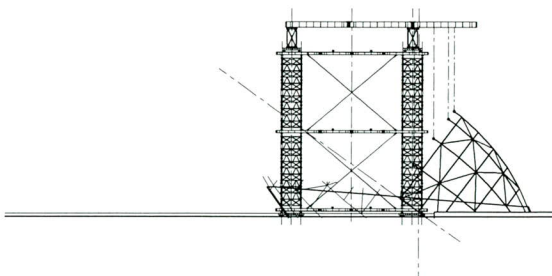
(1) 構造物の特徴

大空間屋根鉄骨の直吊り工法を採用した例として北海道札幌市内に建設中の「北海道立体育センター・斜行トラス鉄骨建方工事」を挙げる。「北海道立体育センター」全体の構造物の特徴としては、剛性の高いメインキールトラス（極厚H鋼 R形状）が屋根全体形状を確保する構造体である。屋根骨組構成としてメインキールトラスの外側には、一般トラス（H鋼）、サブキールトラス（H鋼）が配置され内側には、斜行トラス（CT鋼）を配置し大屋根を構成している。また、今回の直吊り工法を採用した斜行トラスは、立体トラスであり建方途中の剛性が非常に小さい構造物となっている（図－4）。

STEP－1 第1節建方

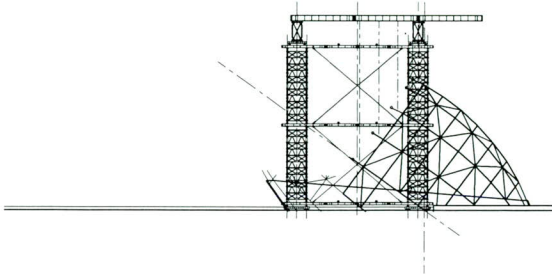


STEP－2 第2節建方



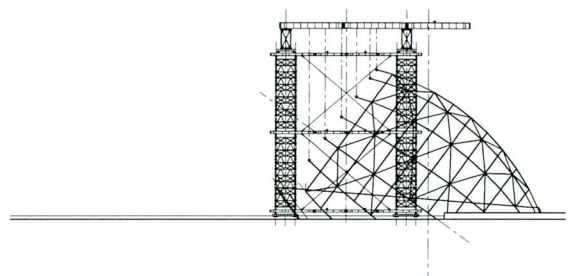
STEP－3 第3節建方

※タイロープ緊張



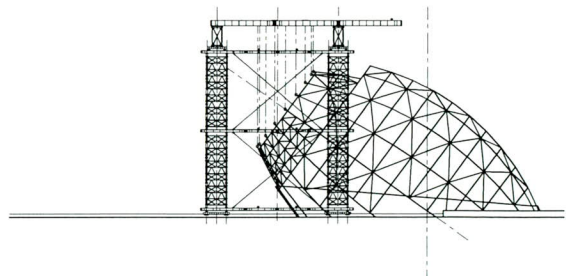
STEP－4 第4節建方

※タイロープ緊張



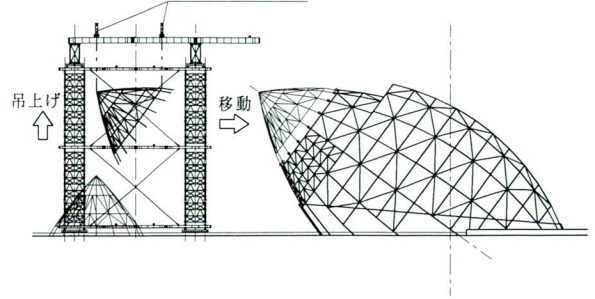
STEP－5 第5節建方

※タイロープ緊張



STEP－6 コニカル部建方

吊上げ用ジャッキ



図－3 建方ステップ図

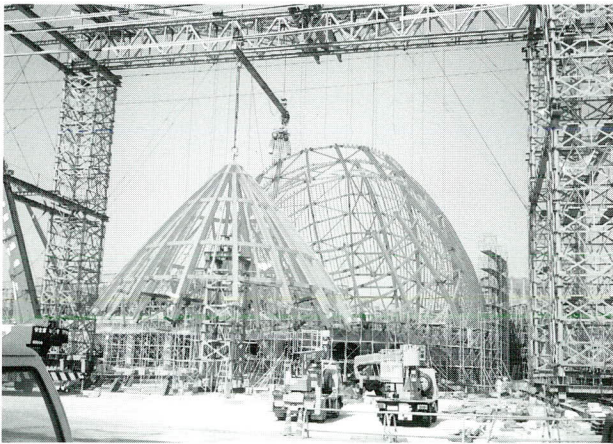


写真-3 第5節建方完了状況第6節コンカル部吊上げ状況

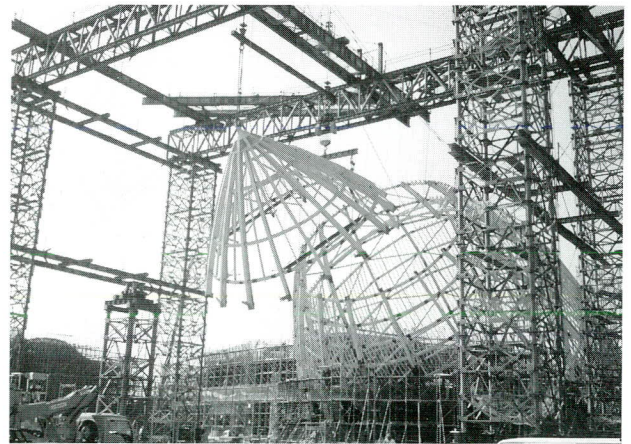


写真-4 コニカル部水平移動状況

(2) 建方工法の選定

大空間屋根鉄骨の斜行トラスの施工方法として、通常
の仮受ベントを用いた多点支持工法を用いると、14交点
を高さ30m級の仮受ベントで支持する必要があり膨大な

数量の仮設材を必要とする。さらにアリーナ内が狭く支
持点間隔が狭いために仮受ベントが建方揚重機の障害に
もなる。また、その仮受ベント解体も非常に困難であり
仮受ベント支持点の仮受治具も撤去の必要があり後作業
量が非常に多くなる。そこで、仮受ベント工法でのデメ

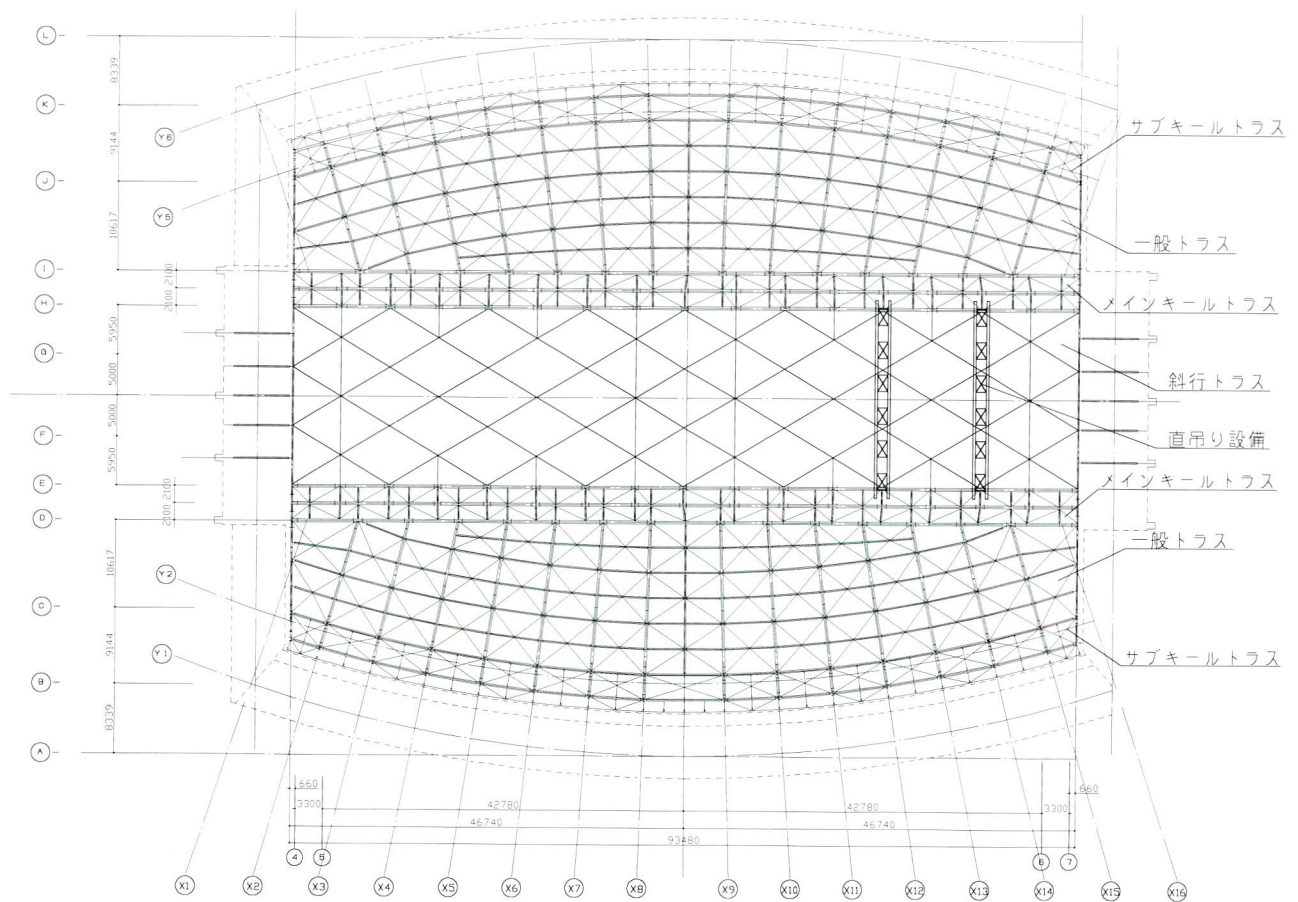


図-4 全体図

リットであるコストと作業性を改善する手段として、直吊り工法の検討を行った。まず、構造物の平面形状が縦長であるため、メインキールトラス上に仮受点を設け短辺方向に直吊り設備を配置することを決定し、直吊り設備は施工時解析の結果2セット分用意し各ステップ毎に盛替えを行いながら建方を行う事とした。この直吊り工法を採用することにより膨大な数量の仮設材の低減、仮吊り治具の撤去の排除、本締め用足場の低減が可能となった。

(3) 直吊り設備概要

両側メインキールトラス上弦材に直吊りガーター1セット4ヶ所の角度・高さ調整用仮受架台を設置しH鋼にて平坦な面を構成させた上に直吊りガーターを設置する。直吊り装置として、センターホールジャッキにて高さ調整等を行うこととした(図-5, 6)。

(4) 施工説明

1) 直吊り設備の組み立て

両側のメインキールトラス上弦材に角度・高さ調整用仮受架台をボルト構造により設置しH鋼をレベルで計測し平坦な面を精度よく構成させた後、地組した直吊りガーター(センターホールジャッキ等を含む)を設置する。直吊り設備は、各ステップで設置位置が異なるり計測を行いながら精度よく行った。その後、センターホールジャッキを使用し所定の高さに固定治具を設置した(写真-5)。また、直吊り設備には、施工時解析の結果より1点当りの最大反力は、約21tとなった。

2) 鉄骨建方

斜行トラスは、工場より面材にて搬入され2点吊にて油圧式クレーンで建起こしをした後吊上げ、斜行トラスを所定の位置で玉掛けワイヤー解放前に片側をメインキールトラス(斜行トラス)に取付け、もう一方を直吊り装置に吊替えながら建方を行う。また、各ステップ毎に3次元測量を行いながら調整を行なった。調整完了後特殊高所作業車(2台)にて本締め作業に入る(図-7, 写真-6, 7)。

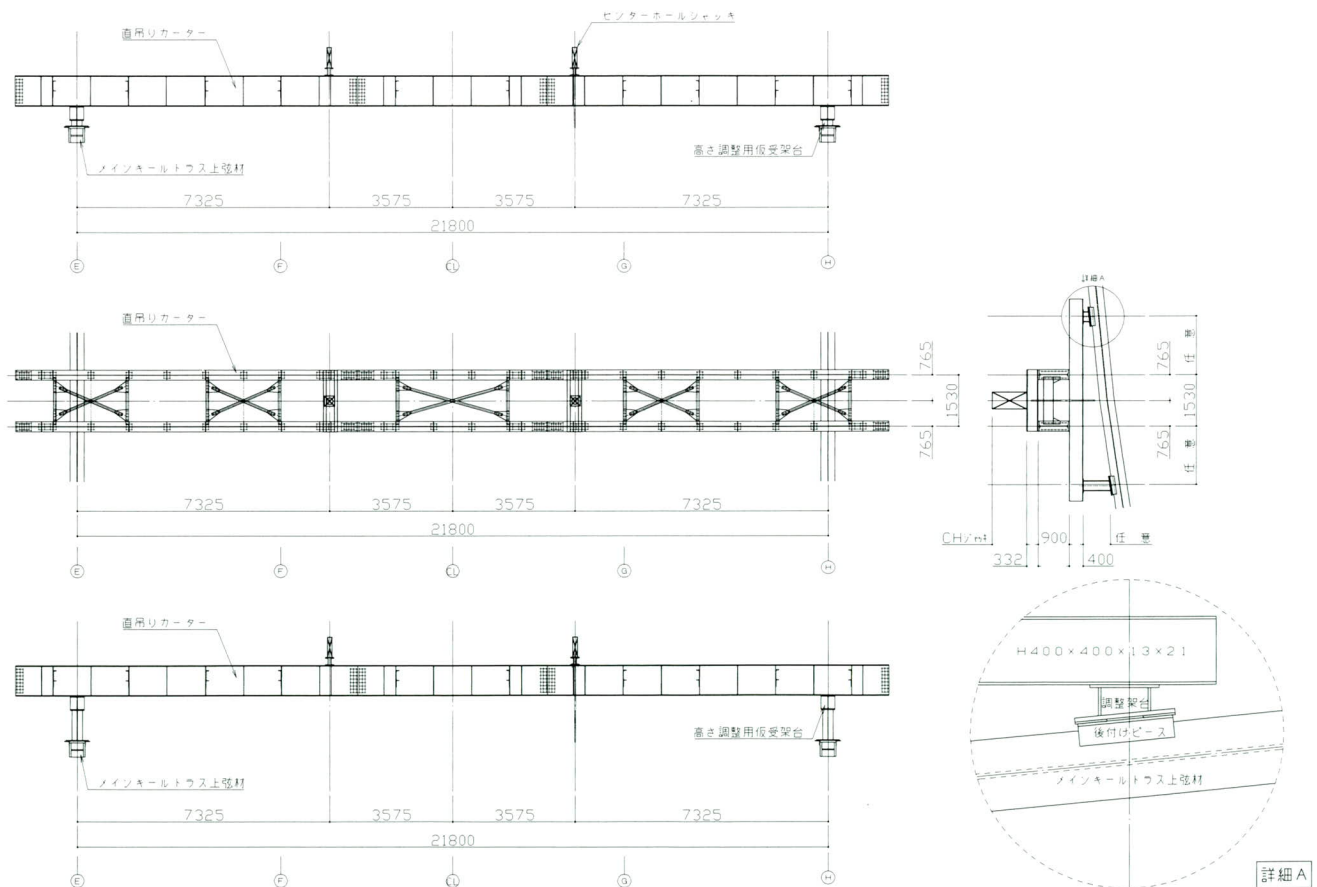


図-5 直吊り設備一般図

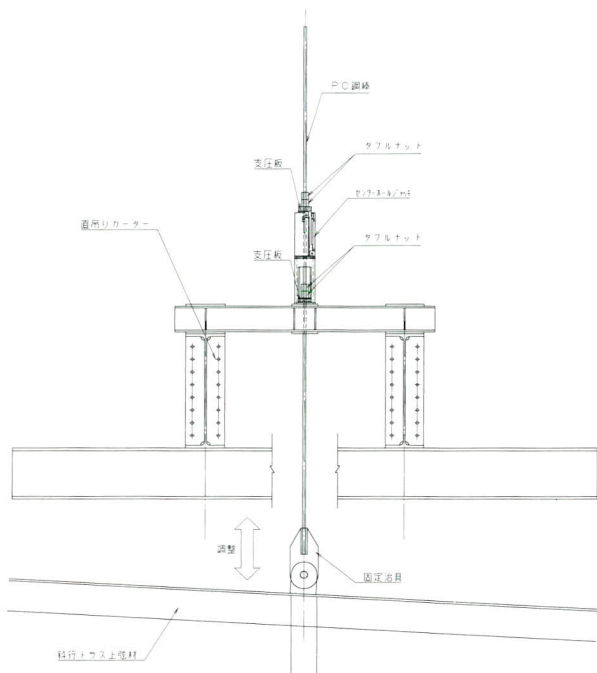


図-6 直吊り設備一般図

3) 直吊り設備の盛替え

直吊り設備の盛換えは、建方完了範囲全ての本締めが完了した後に直吊り設備の盛換えを行なった。ここで、直吊り設備が2セットあるため手前の直吊り設備を山越

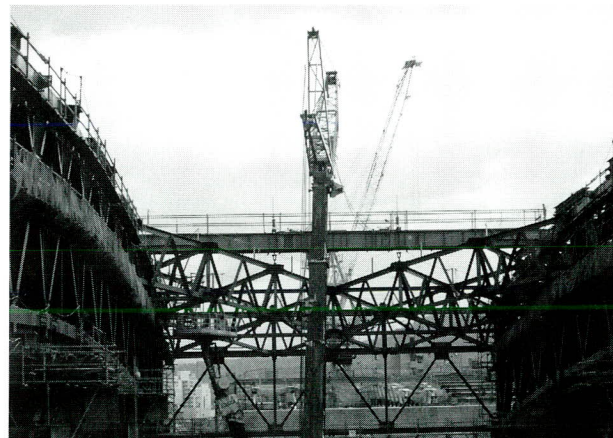


写真-5 大屋根斜行トラス直吊り設備配置

に奥の直吊り設備を吊るため油圧式クレーン作業半径の関係により一度後方に仮置きし油圧式クレーンを移動した後に正規の位置に直吊り設備をセットする必要があった(図-8)。

4. あとがき

今後、移動式直吊工法を採用するにあたり事前に施工途中に於ける立体解析を行い、応力分布、変位量等の数値算出を行い品質管理上に問題のない事を十分確認して

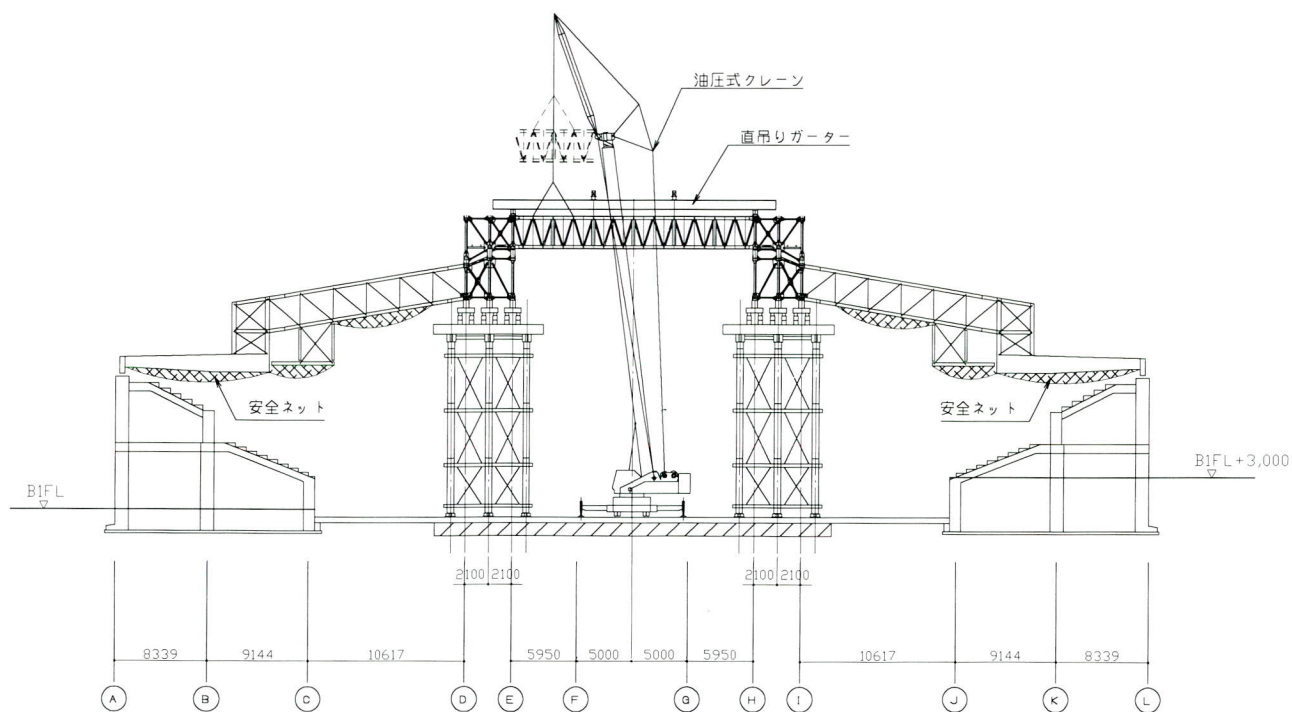


図-7 建方一般図



写真-6 吊り点形状調整(50tセンターホールジャッキ使用)



写真-7 直吊り状況

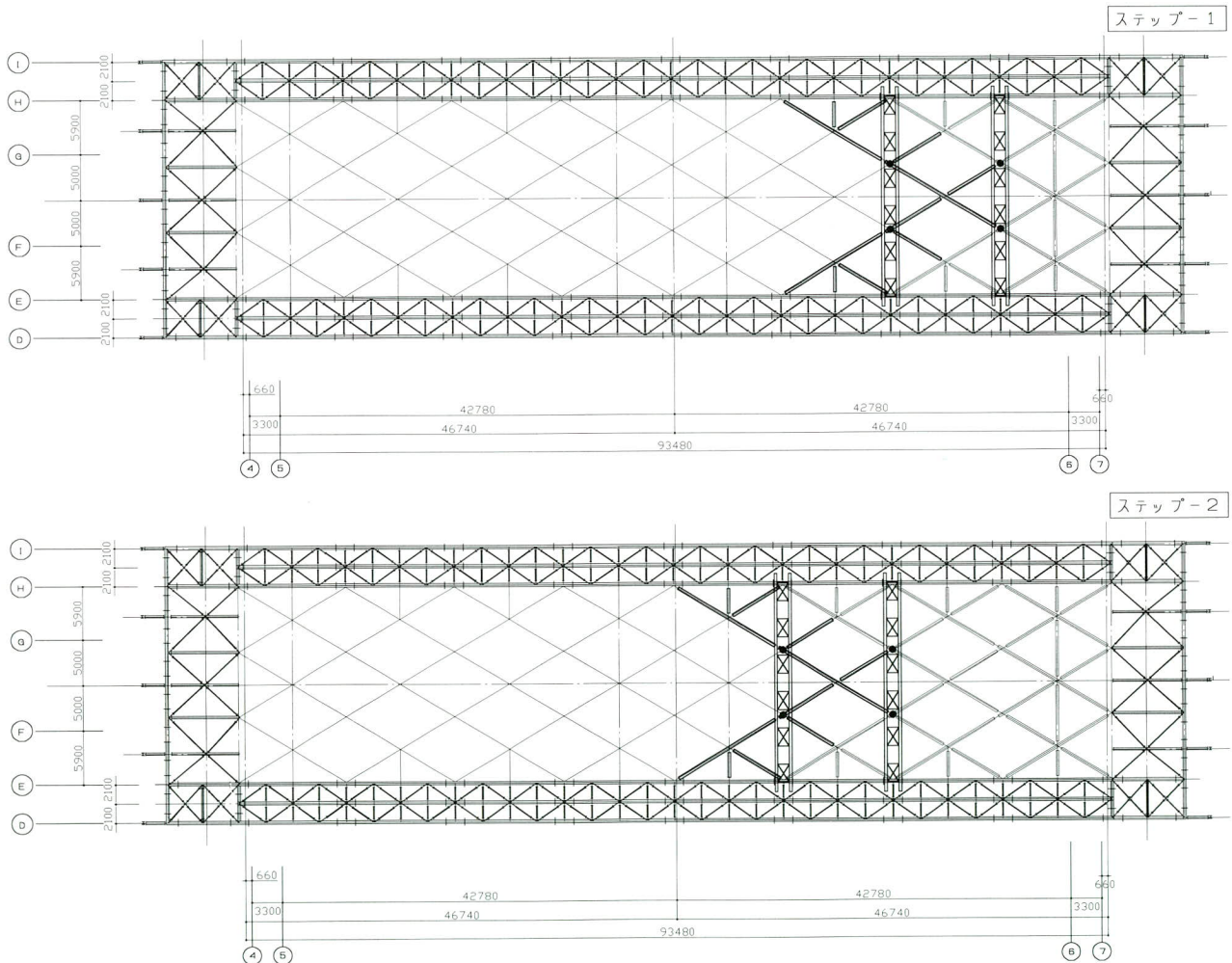


図-8 建方ステップ図

から実施計画に入る必要があります。

これから増々複雑な形状を有した立体構造物が建設されると思いますが当社独自の斜吊工法, 直吊工法, その

他プッシュアップ工法等を複合的に活用し安全性並びに経済性を向上させていきたいと考えています。

1997.10.31 受付