

長大スパン(66m)を持つ体育館屋根の鉄骨建方

楠 稔* 山本 憲治**

要 約

本稿は、愛媛県立総合体育館メインアリーナの屋根を構成する鉄骨トラスの建方に関する施工報告である。

この建物は、スパンが66mもある屋根トラスと寄棟造りのために各トラスの高さが異なるという施工面の難かしさがあった。

屋根トラスの建方は、下で地組みしたものを吊上げる計画であったが、吊上げ荷重が大きくなること、柱との取付調整に難かしさがあることなど施工面での問題があり、最終的には屋根トラスを2分割して施工した。

その結果、建方作業は割合スムーズに行われ、工期、コストなども含めて所期の目的を達成することができた。

目 次

- § 1. まえがき
- § 2. 工事概要
- § 3. アンカーボルトの施工
- § 4. 鉄骨建方
- § 5. 使用機械工具と歩掛り
- § 6. あとがき

工事名称 愛媛県営総合運動公園県立総合体育館新築工事

工事場所 愛媛県松山市上野町乙地内

企業先 愛媛県

設計監理 愛媛県土木部建築住宅課 (浪速設計事務所)

工 期 昭和53年10月～昭和55年3月

構造規模 鉄骨鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造、地上3階建

敷地面積 24,000㎡

建築面積 8,187㎡

延床面積 9,046㎡

軒 高 16.5m

最高高さ 29.8m

ス パ ン 66.0m

§ 1. まえがき

我国における最近の建築は、大型化、高層化へとめざましい発展をとげているが、そうした背景には、建設業者の施工技術、大型機械の導入などによる機械化の実現といった要素のほか、建材メーカーの品質の大幅なレベルアップもみのがせない。特に鉄骨分野において、鋼材の品質向上、溶接精度のレベルアップ等はますますそうした可能性を広げていった。

愛媛県営総合運動公園県立総合体育館新築工事においても、66mというスパンを持つ建物が計画されたのは、こうした状況をふまえて始めて実現可能と判断されたからである。

ここに、当建物における屋根鉄骨トラスの施工について報告する。

§ 2. 工事概要

*四国(支)佐古(出)所長

**四国(支)高松(出)

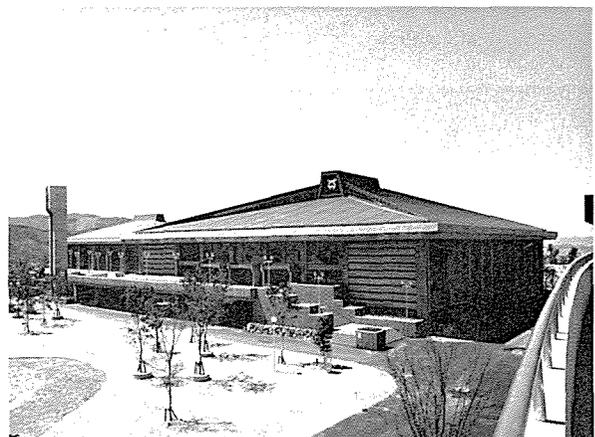


写真-1 全景

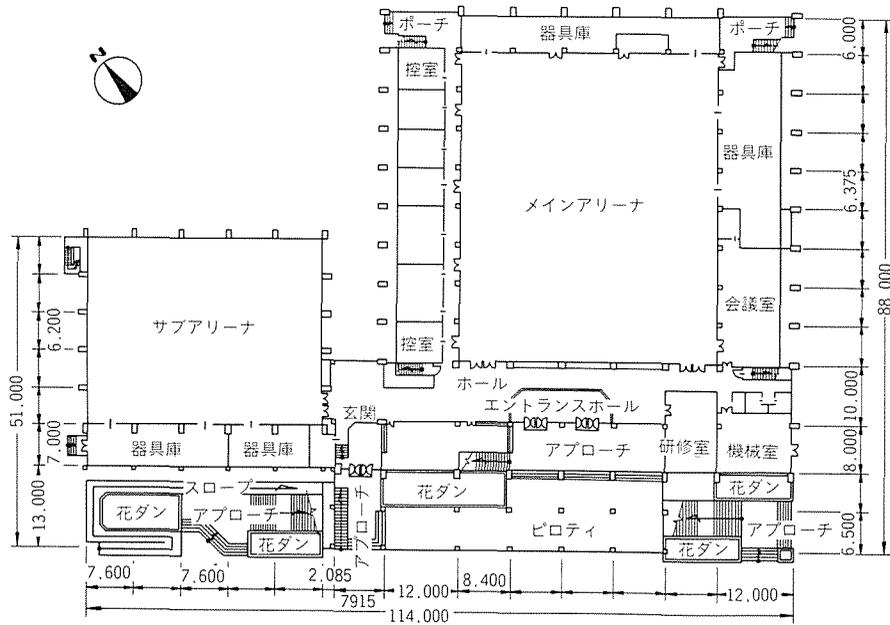


図-1 1階平面図

仕上 外装コンクリート打放しの上、シリコン系撥水剤吹付
屋根ALC版(厚さ100mm)

§ 3. アンカーボルトの施工

鉄骨造の建物において、建物の応力が集中する柱脚部アンカーボルトの施工は、工事全体の中でも施工上重要なウエイトを占めるものの1つであり、事前に十分な検討が要求される。

当現場でのアンカーボルトの施工は、埋込み精度の確保を念頭において検討した結果、次の要領で行った。

- i) アンカーボルトの位置を正しく固定しておくためにアングル材でフレームを組み、それにアンカーボルトを溶接仮止めする。
- ii) アングルのフレームがコンクリート打設時に移動しないよう、フレーム周囲の捨コンクリートに予めアンカー用の鉄筋を埋込んでおき、正しい位置にフレームがセットされた後、アンカー筋と溶接して固定する。
- iii) 基礎ベース筋は、フレームセット後配筋されるため、フレームを無理にこじあけたりされないようフレーム下端に適当な作業スペースをあけておく。
- iv) 柱脚ベースプレートのレベル調整は、フレーム中央に鉄筋を基礎天端より10cmほど出して溶接仮止めしておき、コンクリート打設後、レベル面までサンダー掛けする。
- v) ベースプレート下均シモルタルは、無収縮モルタル(ノンシュリンクモルタル)を使って中央部分の

み先塗りしておき、ベースプレートセット後周囲の空隙部を後詰める。

- vi) アンカーボルトは、搬入後直ちに径、寸法、品質のチェックを行い、ラベルをつけて厳重に保管する。また、フレームに取付ける際は、現場責任者が立会い監視する。

アンカーボルトの据付状態を図-2に掲げる。

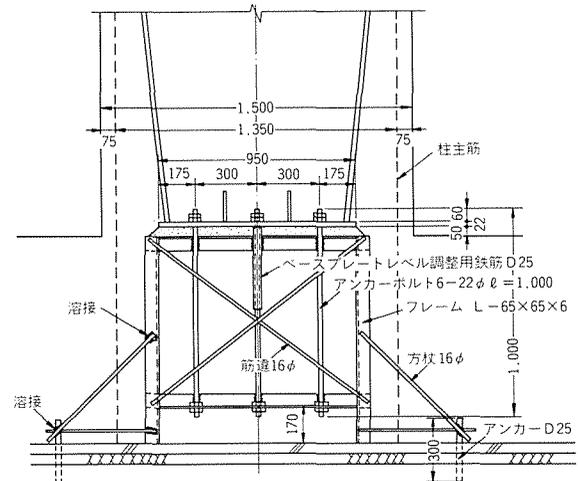


図-2 アンカーボルト据付図

§ 4. 鉄骨建方

メインアリーナの鉄骨建方は、次のように3段階に分けて行った。

- i) 第1次建方……第一節柱、ギャラリースタンド斜

梁及び柱。

- ii) 第2次建方……第2節柱。
 - iii) 第3次建方……屋根トラス。
- 鉄骨工事全体としては、このほか次の建方がある。
- iv) 第4次建方……エントランス屋根。
 - v) 第5次建方……第3工区屋根。
- 鉄骨工事の工程を表-1に掲げる。

表-1 鉄骨工事工程表

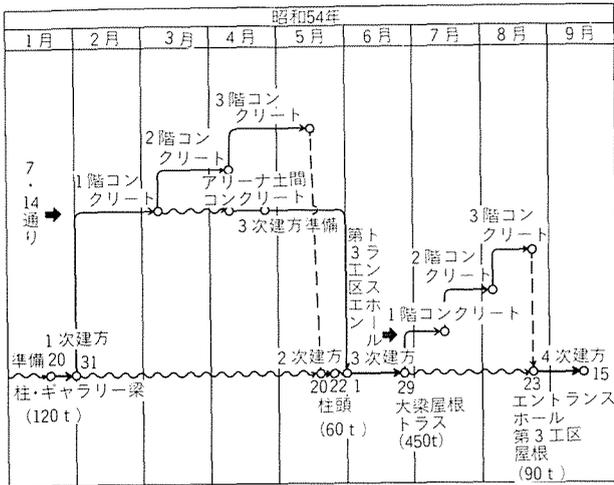


表-2 第3次建方, 屋根トラス建方工程表

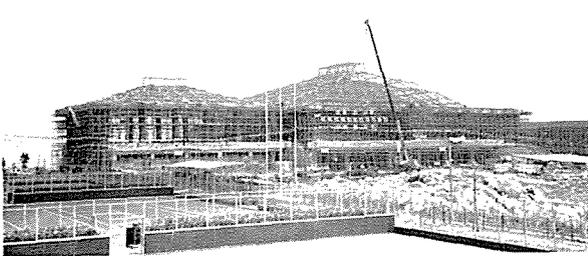
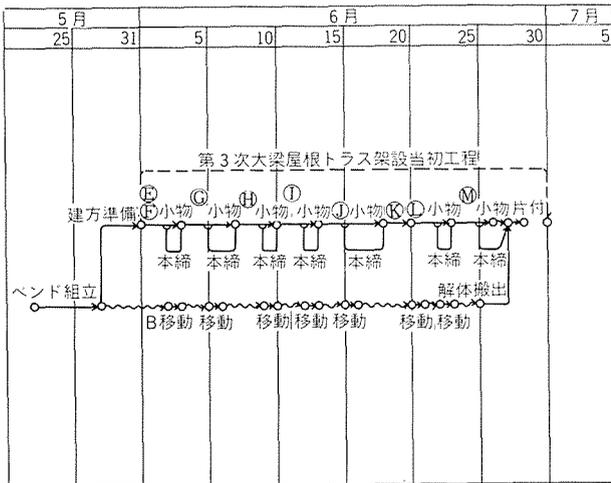


写真-2 鉄骨工事全景

4-1 柱及びギャラリースタンド

第1次及び第2次建方作業は、通常行われている方法を採用したので詳細は省略する。

4-2 柱建方後の建方精度計測

屋根トラスの建方施工に先立ち、柱の建方寸法精度を確認するための計測を行った。

計測結果を表-3に掲げる。

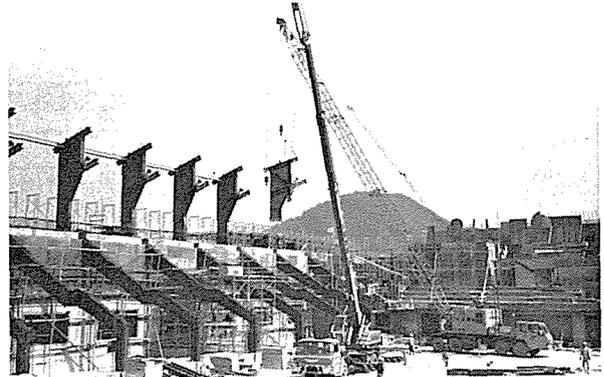


写真-3 第2次鉄骨建方

表-3 柱の建方寸法精度計測結果

階	7	11
E	500	500
F	487	498
G	499	500
H	504	498
I	505	500
J	507	498
K	505	499
L	492	498
M	505	500
柱頭	500	500
柱脚	500	500
基準	68.300	68.300

柱頭とは柱ジョイント位置
柱頭、柱脚は500を基準とする。

水平面の計測はスチールテープを用いて計測したが、60mを超す長さを凹凸の激しい現地盤に沿ってテープを延ばすことはかなりの誤差が生じることになるため、当現場においてはGL上50cmの位置に水平面計測用の治具を設置した。(図-3参照)

この治具の上にスチールテープを載せ、一方を固定しておき他方には市販のバネバカリを結び、約10kgfの張力をかけて引張りながら計測した。

垂直面の計測は、柱天端から下げ振りを下ろして行った。ただし計測は無風に近い日を選んで実施した。

尚、計測用スチールテープの温度変化による誤差は、

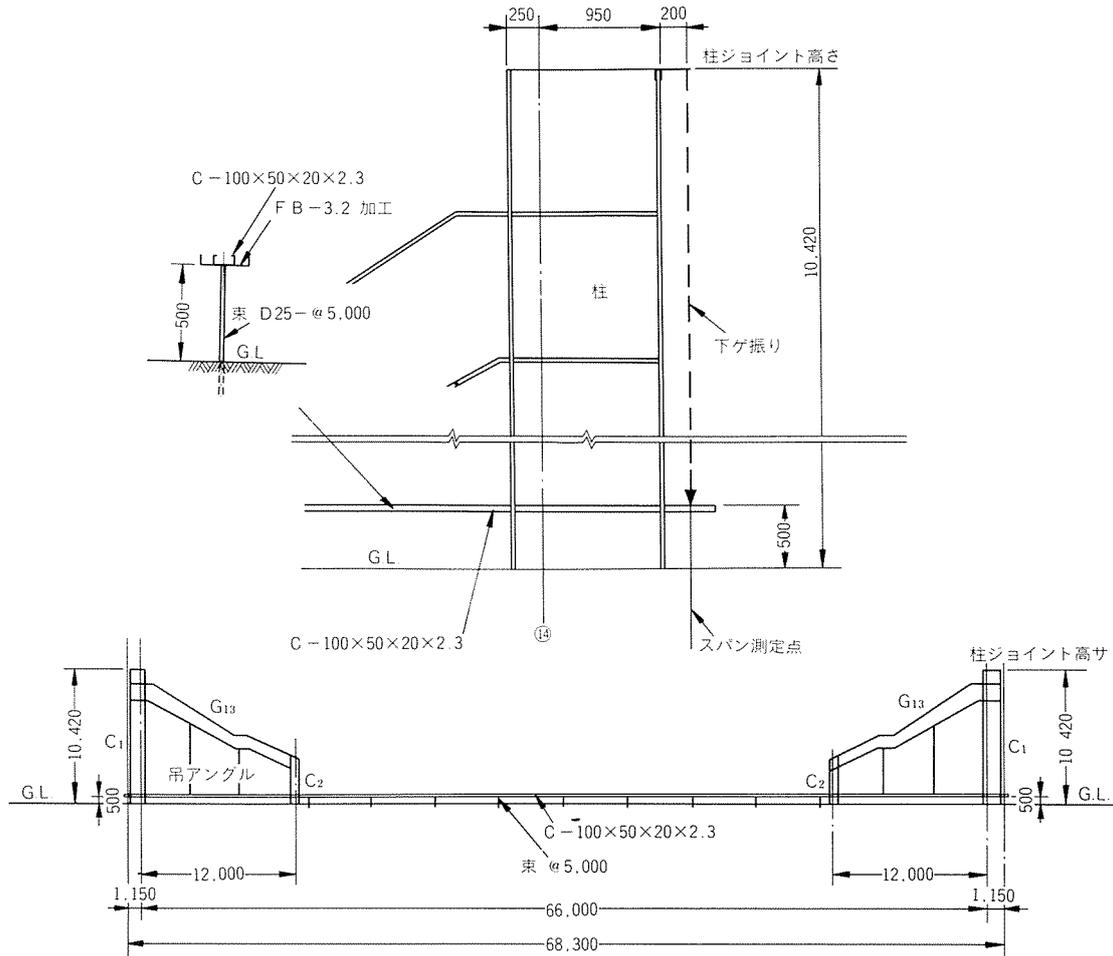


図-3 水平面計測用治具の設置

次式によって求めた。

$$\Delta l = l_0 \times \alpha \times (T_1 - T_0)$$

ただし Δl : 温度変化によるスチールテープの伸び縮み (mm)

l_0 : 計測距離 (mm)

α : スチールテープの線膨張率 (12×10^{-6})

T_1 : 計測日の温度 (°C)

T_0 : 計測基準日の温度 (°C)

当現場においては、 T_1 をアンカーボルトセット日とし、計測当日の温度変化量を求めたところわずか-6.2mm程度で、屋根トラスの建方に影響を与えるほどの誤差ではなかった。

4-3 屋根トラス

屋根トラスの建方を行うに当たって、次の2つの方法が検討された。

(A案) 1本のトラスを予め地上で地組みしておき、1本のままクレーンで吊上げる方法。

(B案) 1本のトラスを2分割し、別々に吊上げ、上で接合する方法。

当初現場では、トラスの組立作業がスムーズに進み安全性も高いA案を計画していたが、現実には工事が進むにつれてトラスの地組スペース確保が難しくなる、トラスが重くなりすぎクレーンの吊上げ能力に問題がある、柱との取付調整が非常に難しいなどの問題があった。そこでこうした問題をある程度解決できる手段としてB案が考えられ、2分割したトラスを上で精度よく組立てる方法について検討した結果、段取りに多少手間がかかるものの先付けされるトラスを受けるための仮設用支柱を設ければ、柱との取付調整が割合楽になり組立て精度も十分得られるという判断からB案を採用することにした。

建方概要を図-4～図-7に掲げる。

屋根トラス建方の標準工程を次に示す。

i) 地上仮組み

2分割した第1トラスと第2トラスを地上で仮組みする。このときジョイント部の塗装も併せて行う。

ii) 仮設用支柱(ベッド)の設置

この建物は寄棟造りのために各トラスの建込み高さ

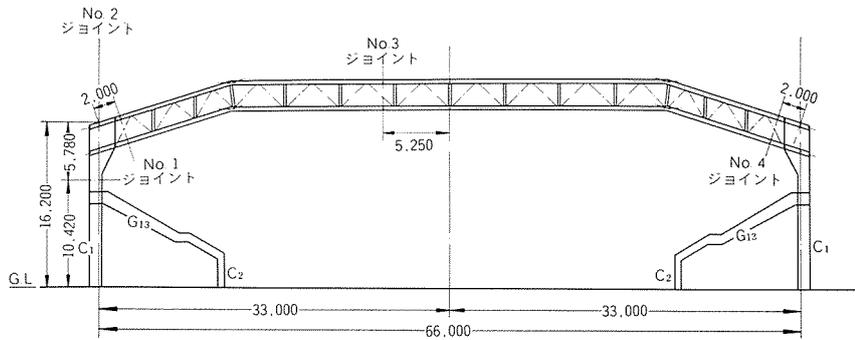


図-4 屋根トラストジョイント位置

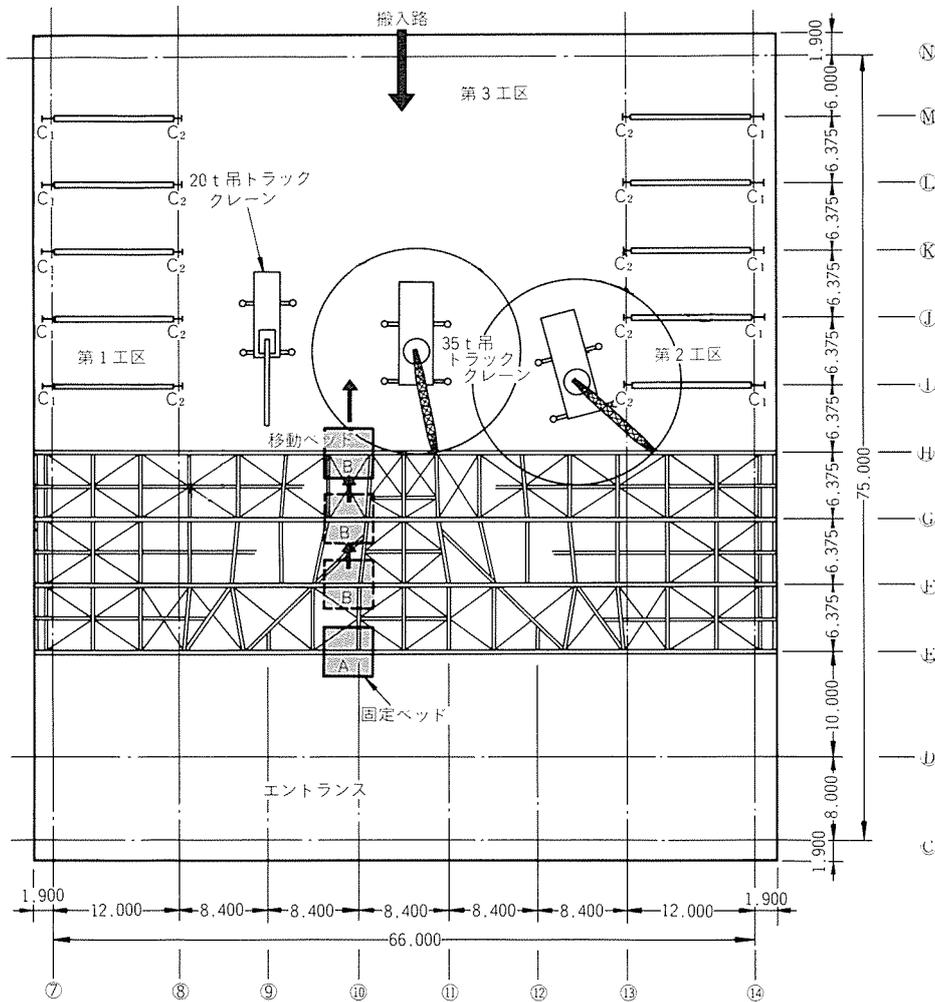


図-5 主体育館鉄骨建方計画図

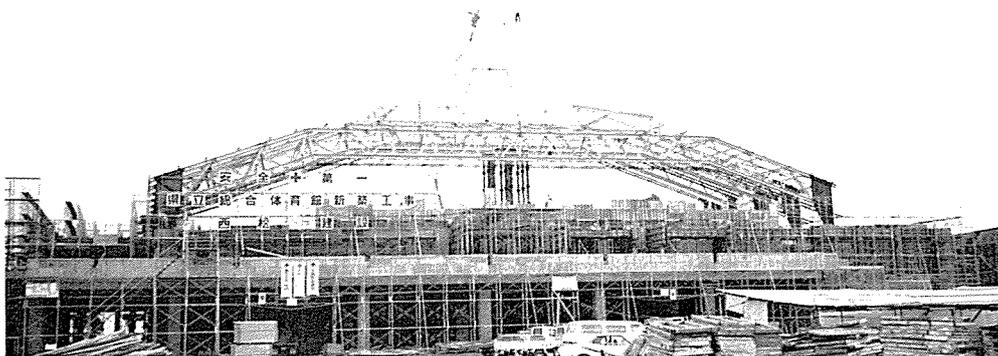


写真-4 屋根トラスト建方

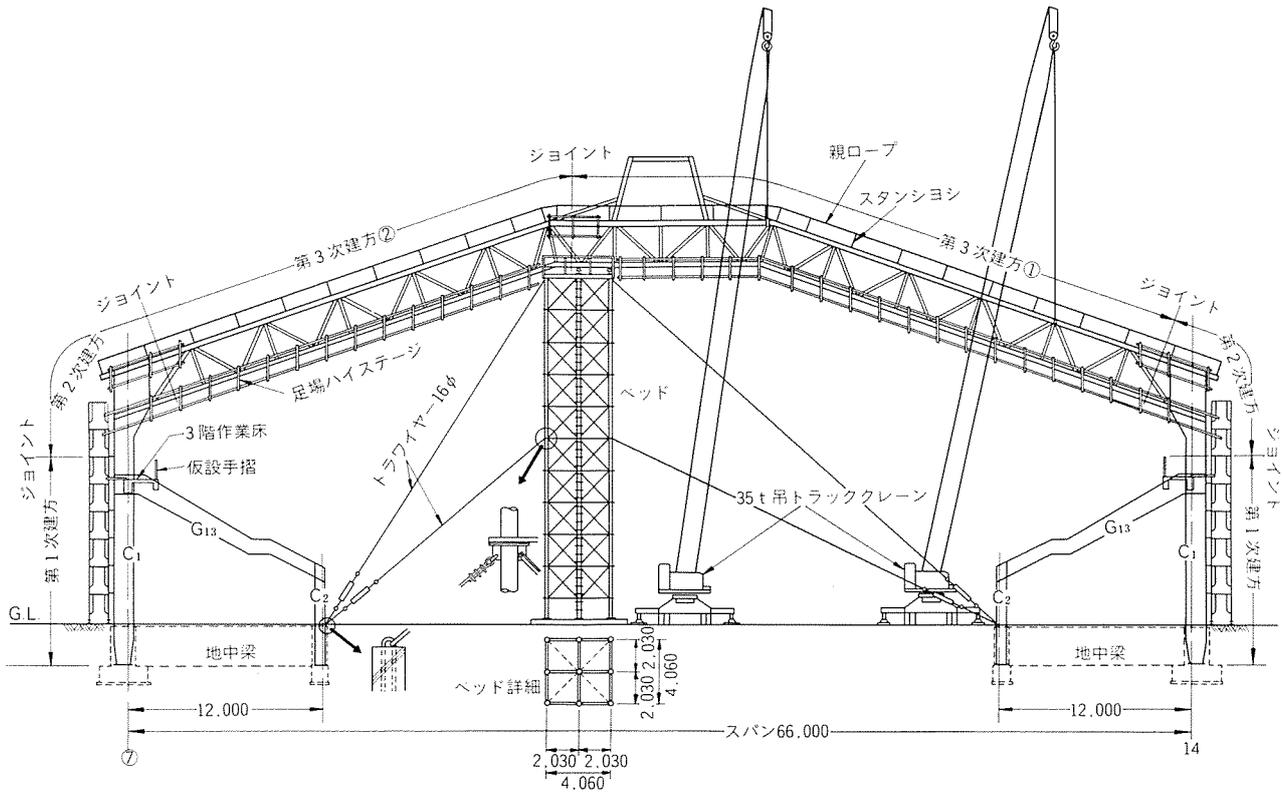


図-6 主体育館鉄骨建方計画図

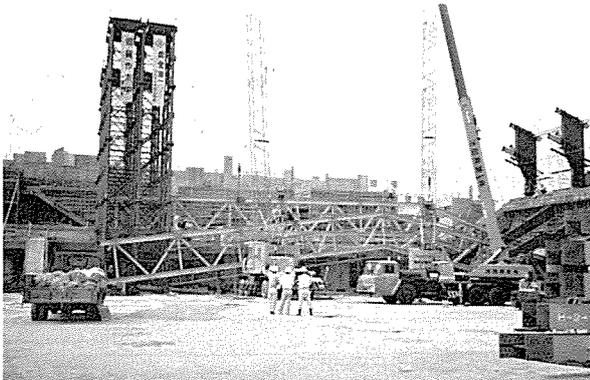


写真-5 仮設支柱(ベッド)と第1トラス建込み

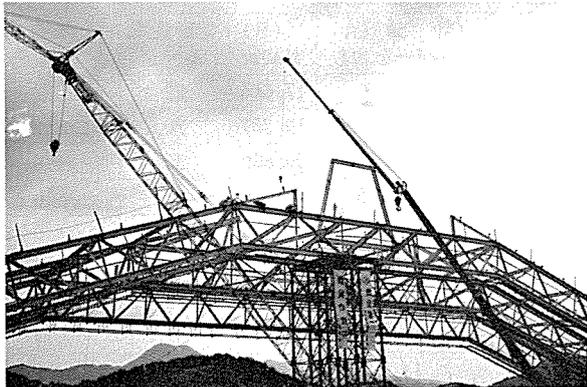


写真-6 第2トラス建込み

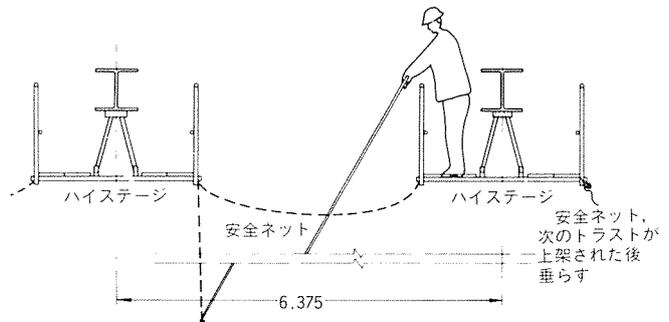


図-7 安全ネット張作業要領図

が異なるので、ベッド設置の際にはいくつかの予備の継足を用意しておき、トラスの高さに合わせて組立てる。ベッドが所定の位置に設置されると、転倒防止のトラフワイヤーを上下2段に各4本づつ張る。トラフ用のアンカーは地中梁コンクリートに埋込んである。ベッドの頂部には、トラスの高さの微調整用に油圧ジャッキを取付けておく。

尚、最初建込みされるトラス(E通り)だけは隣のトラスとのつなぎ材がないため、単独に放置すると面外座屈を起すおそれがある。そのためこのトラスだけは別に1基ベッドを設けた。

iii) 第1トラスの建込み

ベッドが設置されると第1トラスを少し吊上げ、トラスにハイステージ、安全ネット、命綱用の親ロープ

等の仮設材を取付ける。吊上げは35tトラッククレーン2台を使用して行う。ベッド頂部のジャッキで高さ調整後、トラスと柱との鉄骨本締めを行う。なお、トラッククレーンのうち1台はつなぎ材取付けまでトラスを吊ったまゝにしておく。

iv) つなぎ材の取付け

つなぎ材の取付けは20tクレーンを使って行う。このとき安全ネット等の仮設材を取付ける。

v) 第2トラスの建込み

第1トラスと同様な手順で行う。ただしトラスの吊上げは35tクレーン1台で行う。

vi) つなぎ材取付け

第1トラスに同じ。

vii) つなぎ材の本締め

全てのつなぎ材取付け完了後、本締めを行う。

viii) ベッドの移動

1本のトラスの建込みが終了したら、ベッド頂部のジャッキを下ろし、ベッドを少し吊上げながら次の位置まで移動させる。

以上の順序を繰り返す。

4-4 屋根トラス建方後の変位置

屋根トラス建方完了後、トラス自重によるたわみ(変位置)を事前の計算結果と比較する意味もあって、トラス中央部の高さを計測した。この結果、全体的に計算値よりも1cm~2cm下がり気味であった。

計算値と実測値の比較を表-4に掲げる。

§ 5. 使用機械工具と歩掛り

5-1 使用機械工具

鉄骨建方で使用した機械、工具のリストを表-5に掲げる。

表-5 使用機械工具リスト

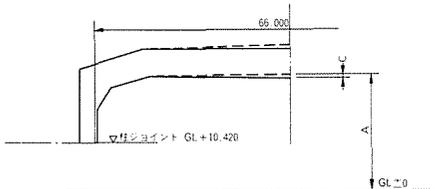
種類	摘要	数量	
クレーン	トラッククレーン 35t HC-78BS	2台	
	油圧クレーン 20t NK-200	1台	
ベッド	200Aパイプ	4m 36本	
	ベッド	2m 60本	
		1m 24本	
		0.5m 8本	
ドつなぎ材	L-65×65×6	4m 66本	
	L-65×65×6	1.8m 60本	
	L-50×50×6	2.5m 336本	
	L-250×125×6×9	4.5m 9本	
工具	ターンバックル	28φ 20本	
	クランプ	2t 2ヶ	
	シャックル	32φ 2ヶ	
		28φ 4ヶ	
		16φ 50ヶ	
	ジャナルジャッキ	25t 4台	
	レンチ	M22、M20、M16本締め用	4本
		トルク計測用	1本
	堅木	70×120 ℓ=2.5m	24枚
	角材	40×40 ℓ=3.0m	20本
	りん木	150×150 ℓ=3.5m	40枚
	台付ワイヤー	32φ 10m	4本
		28φ 13m	2本
		19φ 8m	6本
16φ 6m		6本	
トラワイヤー	16φ 200m	2巻	

表-4 屋根トラス中央部の変形量(たわみ)

[単位:mm]

内容 トラス名	※計算値(C) (キャンパー値)	設計値(A) キャンパーを含む	(B) 実測値	変形量(δ) (A)-(B)	(C)-(δ)
Eトラス	39	GL+17,697	17,685	12	+27
F "	23	19,277	19,257	20	+3
G "	27	20,875	20,839	36	-9
H "	21	22,462	22,425	37	-16
I "	24	21,059	21,026	33	-9
J "	27	19,470	19,422	48	-21
K "	35	17,886	17,831	55	-20
L "	43	16,297	16,240	57	-14
M "	47	14,707	14,648	59	-12

※計算値：鉄骨自重によるたわみをキャンパー値とした。



5-2 歩掛り

鉄骨工事における歩掛りを表-6に掲げる。

表-6 鉄骨工事歩掛り

建方	鉄骨総重量 (t)	建方日数 (延日)	クレーン(延台数)		凡工 (延人工)	鍛冶工 (延人工)
			35(t)	20(t)		
第1次	120	8	6	7	66	28
第2次	60	3	3	0	16	16
第3次	450	30	60	30	143	164
計	630	41	69	37	225	208
第4次、第5次	90	18	7	2	38	91
総計	720	59	76	39	263	299

§ 6. あとがき

当現場で実施したアンカーボルトのセット及び大端出しは、荷重に見合った新製品が出廻っているように、建築現場においても時代の要請とともに次々と新しい技術の導入がなされています。

今回、鉄骨トラスの建方についてまとめてみましたが、これも現場の状況、下請業者の能力、地域性などによって施工方法も大きく異なるとは思いますが、当現場での施工例が何かの御参考になれば幸いと考え報告致しました。

我々にとっては初めての長大スパンの鉄骨建方でありましたが、皆様方の御協力が無事にしかも無災害で竣工することができました。御指導御鞭撻を頂きました本社建築部、技術研究部の方々に改めて感謝する次第です。