

体育館屋根立体トラスの施工報告

Scaffolding and Erection Work of Roof Trusses of the Gymnasium

秋山 忠彦* 今堀 康彦**
Tadahiko Akiyama Yasuhiko Imahori

西川 哲幸**
Tetsuyuki Nishikawa

要 約

体育館建築工事に於いて、柱間53m×53mの方形寄棟式屋根の立体トラス組立用に架設した作業床及び支保工の計画が工事の主要な課題であった。

立体トラスを構成するパイプの1本ずつの組立にはどのような形状の作業床をどのような方法で架設するか、またトラス、屋根、天井等の仕上材の荷重をどう支えるかを施工面と安全面から種々検討の末、方形寄棟形のステージ組工法を採用して施工し、工期短縮、コストダウンにつながり好結果を得た。本報文でその検討と施工の経過を報告する。

目 次

- §1. はじめに
- §2. 工事概要
- §3. 立体トラスの概要
- §4. 仮設計画
- §5. 仮設施工計画
- §6. 立体トラス組立計画
- §7. 施工実績
- §8. おわりに

職員で検討を行った。

しかし当体育館の屋根トラスは、上弦材下弦材とも方形寄棟であり、立体トラスは全てのトラスが組上って初めて一体の剛性を発揮するもので、当時行った分割スライド工法では施工できないことが判り、独自の施工方法を検討することにした。

その結果、全面に作業床を確保すること及び中間部支保点（32箇所）にて最高支保工高さ約19m、最大積載荷重約13tfを支え得る支保工を必要とすること等の点を考え合わせ、方形寄棟形のステージ組工法を採用することにした。

§1. はじめに

当体育館の構造は、鉄筋コンクリート造3階建て、屋根面の構造体のみを鉄骨造とするこの種の建物としては極く一般的な建物であるが、鉄骨構造に鋼管立体トラスを使用している点が特殊とも言え、また施工上の問題点ともなっている。

体育館といえば当然大スパン、大空間の屋根架構を必要とし、それを構成する立体トラスをパイプ一本一本組立てて行く方法と作業手順について、2年前に関西支店で施工した体育館の立体トラスの事例を参考に現場担当

§2. 工事概要

工事名称	八幡市八幡東公園体育館建築工事
工事場所	京都府八幡市上津屋西久保
企業先	株式会社梓設計大阪支社
工期	昭和61年2月22日～昭和62年6月30日
構造	鉄筋コンクリート3階建
規模	敷地面積 44,601.8 m ²
	建築面積 3,745.1 m ²
	延床面積 4,578.8 m ²
軒 高	11.8 m
最高高さ	22.77m

*関西(支)栗原(出)主任

**関西(支)阪急園田(作)

仕 上 外部仕上 外壁モザイクタイル 一部アクリ
ル系吹付タイル
屋根仕上 耐候性鋼板段葺き

§ 3. 立体トラス (TM トラス) の概要

建築技術が長足の進歩を遂げつつある中で、立体構造空間 (スペースフレーム) の構築技術も今注目を浴びているところだが、この TM トラスは大規模な体育館施設、工場、博覧会パビリオン等の大空間を形成する建物に適したものである。

TM トラスは、鋼管を用いて平面及び立体トラスを組立てることによって特徴づけられる。

TM トラスの節点は鋼板の球状グローブで、このグローブには最高18個までの数の接合用ネジ孔が切られている。一方トラス部材である鋼管の端部には、ボルトを差込むためのコーン状のスリーブが溶接され、このスリーブの内側でスリーブの底面にボルト頭部が支えられてボルトの引張力が鋼管に伝えられるようになっている。

スリーブ孔より突出したボルトのネジ部には、スリット状の孔をもつワッシャーが装着されており、スリット孔よりボルトにあげられた孔を貫通してピンが差込まれていて、ワッシャーを回転させることによりその回転力がボルトに伝えられる仕組みになっている。

前述のグローブのネジ孔にボルト先端を差込みワッシャーを回転させることによって、グローブとトラス材とが接合される。

以上のように部材を次々と組継いで行くことによって立体トラスが形成されるが、またこの部材をどう組合せるかによって様々な形の立体トラスができる。(Fig.1)

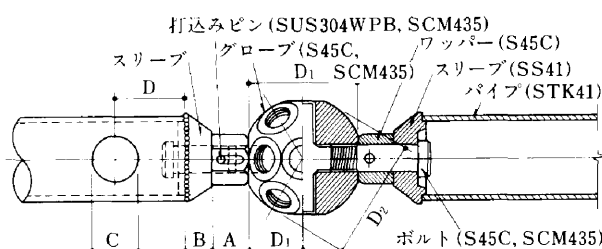


Fig.1 TMトラス節点詳細図

§ 4. 仮設計画

4-1 基本計画の決定

立体トラス組立にはどの程度の作業床を必要とするのかを施工業者の太陽工業と再三にわたり打合せた結果、トラス組立面全面に作業床が必要との結論に達した。この前提に立って仮設の基本計画を検討し、次の各項目に

ついて方針を定めた。

(1) 立体トラス組立時の作業床について

立体トラス組立用の作業床を、トラス下弦材の形状にあわせてトラス下弦材の下約1 mの位置に設置する。

(2) 立体トラスの支保工について

立体トラスの自重を含む屋根全体の荷重のバランスを考慮し、左右対称の配置となるようまた対称位置にある支保工には同一荷重となるよう、総数32箇所支保工を設置する。

(3) 天井仕上のための作業床の盛替について

トラス組立用の作業床をトラス下弦材の下方約1 mの位置としたため、天井仕上工事の作業用としては使用できないので、トラス用の作業床をトラス下弦材の下方約2 mの位置まで盛替える。

§ 5. 仮設施工計画

建物の周囲三方はトラス組立用の移動式油圧クレーンが設置でき、屋根面外周三面は外部からのトラス組立が可能であるが、残りの西側外周部と中央部については外部からの組立ができない。このためアリーナ内部に油圧クレーンを搬入設置し組立を行う。

油圧クレーンの内部搬入のため躯体コンクリートの一部を後打ちとし、トラス組立の順序及び組立用油圧クレーンの設置等の関係により、作業床は3回に分割し組立てる。(Fig.2)

5-1 作業床の設置

作業床を全面枠組足場で組立てると莫大な費用がかかるので、コストを切詰めるためにはどのような方法が最も良いかを検討した結果、まず枠組足場 (A-40558) の連続列を間隔6.4mで正方形に四重に配置し、枠間 (6.4m間) を水平継ぎ及び筋違として単管パイプにて取付けて繋ぎ補強しながら所定の高さまで組立ることとした。

なお各足場の最頂部は方形寄棟形となるよう前もって施工図によって決めておく。

次に作業床として、組立の完了した枠組最頂部にトラス下弦材の勾配にあわせて梁枠 (A-147) を@3,000で架渡し、その梁枠間に@1,200で単管転し根太を取付ける。これに足場板を敷き滑止め棧木を打付けて作業板とする。

足場床は重量の軽減を計るため杉の足場床を使用し、10cmの隙間があくよう施工するが、この隙間よりのボルト類の落下を防ぐため足場板の上面に15m/m目の安全ネットを敷詰める。(Photo1)

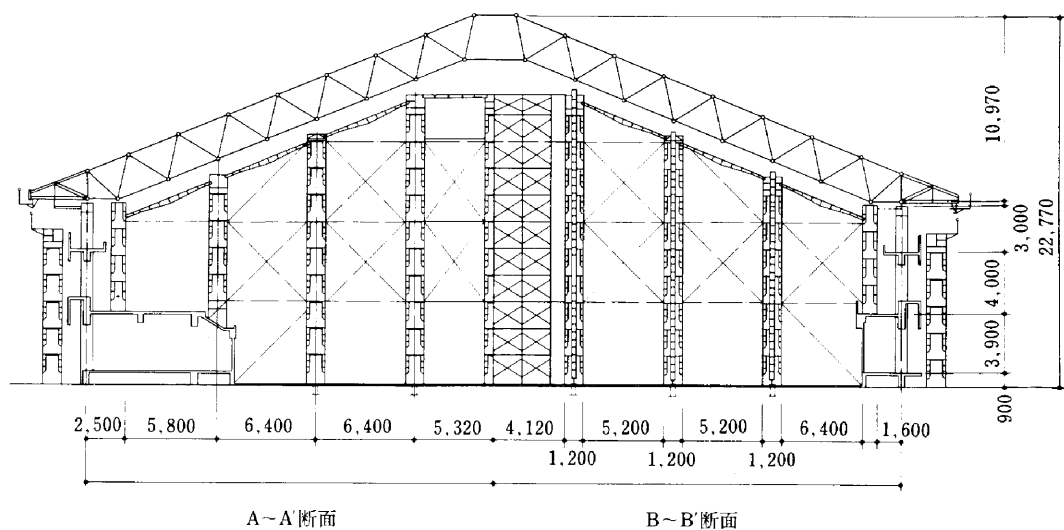
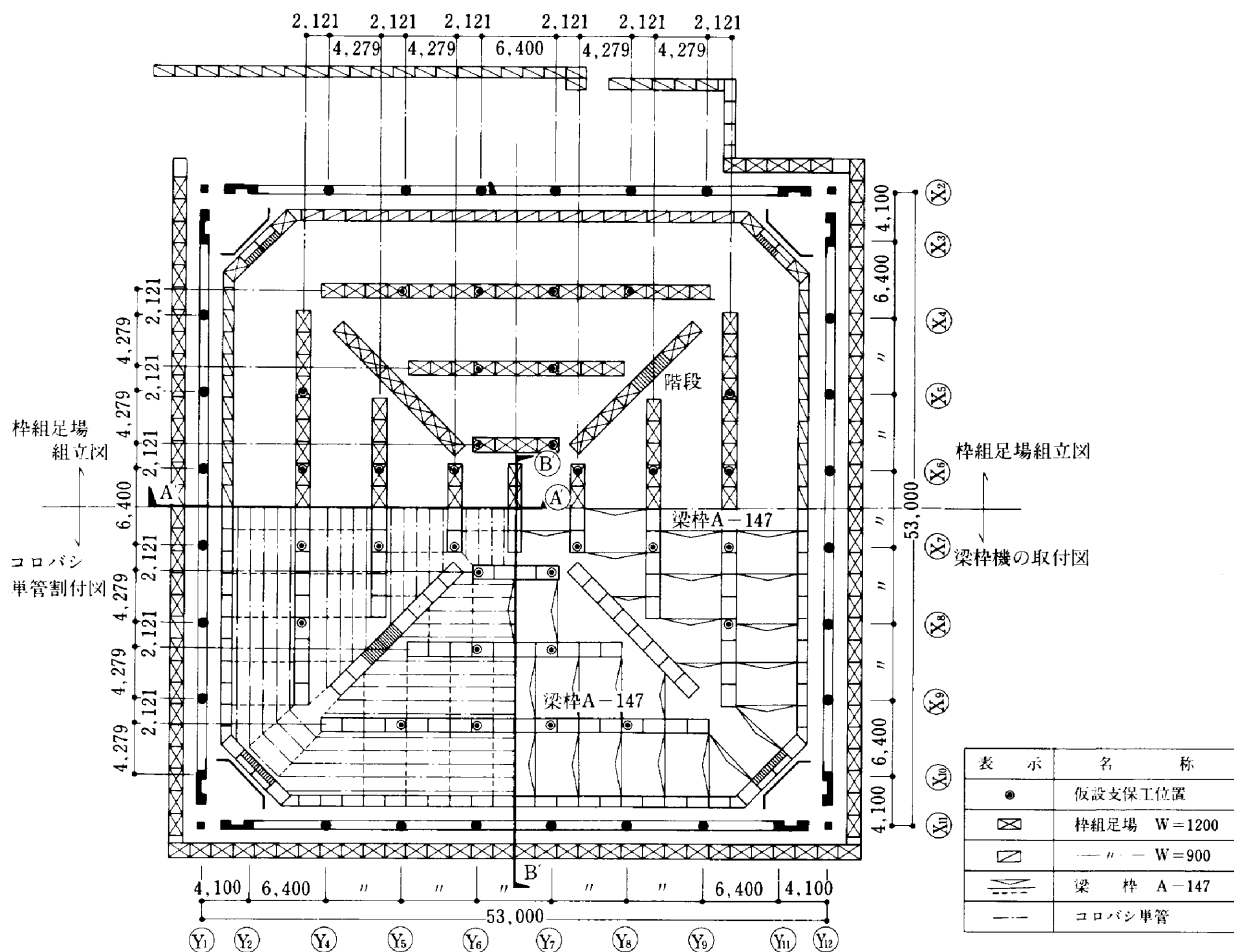


Fig.2 作業床の組立

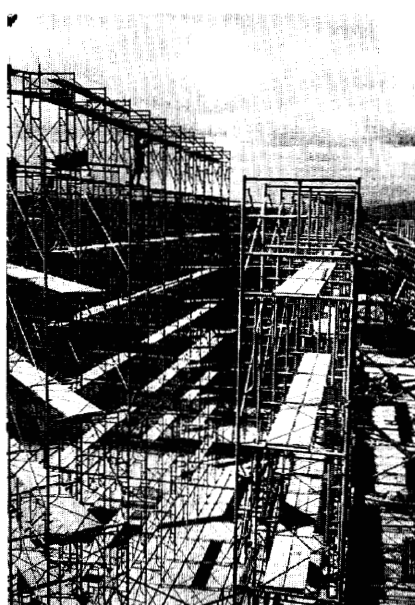


Photo 1 作業床用枠組足場組立作業

5-2 支保工の設置

この支保工は、立体トラス組立作業中はトラスそのものの自重が掛り、また屋根葺工事完了から天井仕上工事完了までの立体トラスに掛る全ての荷重の積載が完了するまで撤去ができないので長期間使用となるため使用料の安いこと、また1箇所の支保工に掛る最大荷重約13tfを支え得ること、また解体時は手作業になるため軽量で作業性の良いことなどの条件を勘案し四角支柱を使用することにした。しかし支保工のうち高さ最高のものは約19mであるのに対しこの支保工に掛る積載荷重が7.2tfであるので、四角支柱に座屈が生じこのままでは荷重を支えきれなくなる。そこで座屈を防止するため枠組足場を利用することにした。すなわち枠組間1.8mの間に四角支柱を組立て、枠高2段(高さ3.4m)毎に単管でクランプ止めをする。

5-3 作業床の盛替作業

立体トラス組立作業後天井仕上に入るが、天井仕上材は1枚が3m×3mの大きさで重量は約180kgもあり下弦材の中心部に取付ける仕様となっている。このため立体トラスの塗装完了後、作業床を1m下方に盛替えなければならない。

その方法として、当初、作業床を形成する枠組足場全体を、中間部に2段に設けた棒ジャッキ(A-75)によりジャッキダウンする案を検討した。しかしこの場合四角支柱の座屈防止のため固定している継ぎ材を全て一時取払わなければならないので無理である。さりとて一度組立てられた作業床を全て解体し再度組直すのも費用の面で得策ではない。

そこで組立て易く、また作業床の盛替が行い易い方法として作業床をユニット化することにした。すなわち作業床を3.6m×5.2mの大きさのユニットに分割し、これを地上で組立てレッカーで吊り上げて取付ける。ユニットの取付は一桧おきに行い、ユニット間は単管にて根太を取付け足場板を敷いて作業床とする。

これにより作業床の盛替作業は組立時と逆の順序で行うことになり、先ず一桧おきに上部で組立てた作業床を解体し一桧おきのユニットの状態に戻し、次いでこのユニットをダウンさせる。それには前もって下弦支点グローブに明けておいたネジ孔に丸環をねじ込み滑車を取付けレバーブロックを使用する。(Photo 2, Photo 3)

§6. 立体トラス組立計画

立体トラスの組立は、今までに説明した仮設計画に基づいて組立てた作業床上で、トラス架構面の端部から直接部材を組継いで行い完成させて行く。部材組立の際、仮支保工(オイルジャッキ、鋼管サポート等)により水平を保持し、ボルトをこねることなく締付を行う。



Photo 2 ユニット化作業床取付作業

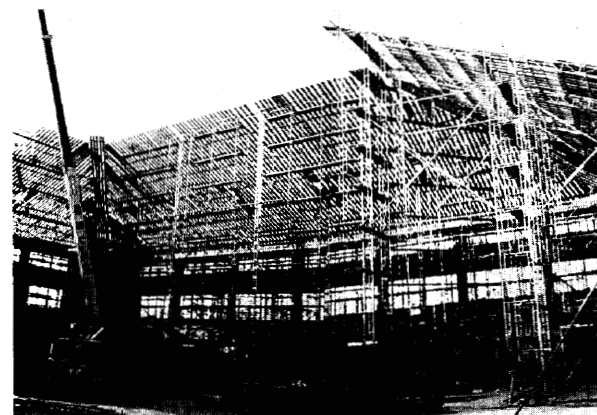


Photo 3 作業床一部組立完了

なお組立順序は、軒先より棟方向へ、棟より軒方向へとする。

6-1 組立順序

(1) 支承部（ベースプレート付グローブ）の組立

(1)-1 支承グローブの配置、アンカーボルトの仮締

(1)-2 支承グローブ間の下弦材の取付

(1)-3 下弦材の本締

(2) 下弦材の組立

(2)-1 支承グローブから棟に向かって下弦材（パイプ、グローブ）を継ぎたす。

(2)-2 仮支保工で受け水平を保持する。

(2)-3 下弦材の本締

(3) 斜材及び上弦材の組立

(3)-1 斜材4本、グローブ、上弦材2本を地上で仮組する。

(3)-2 全上材を吊揚げ、下弦グローブに斜材を取付け、斜材及び上弦材の仮締を行う。

(3)-3 仮締完了後本締を行う。

(4) 下弦材の組立 (2)に同じ

(5) 斜材及び上弦材の組立 (3)に同じ

以上(2)(3)の繰返し作業を行い立体トラスの組立を完了する。(Fig. 3, Photo4, Photo5)

6-2 立体トラス組立工程 (Table1)



Photo 4 立体トラス組立作業(仮受支保工)

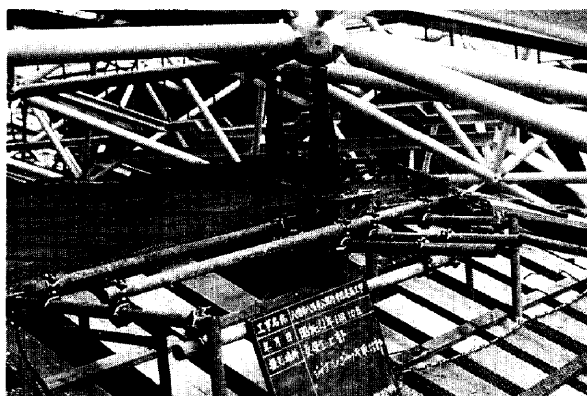


Photo 5 立体トラス組立完了支保工

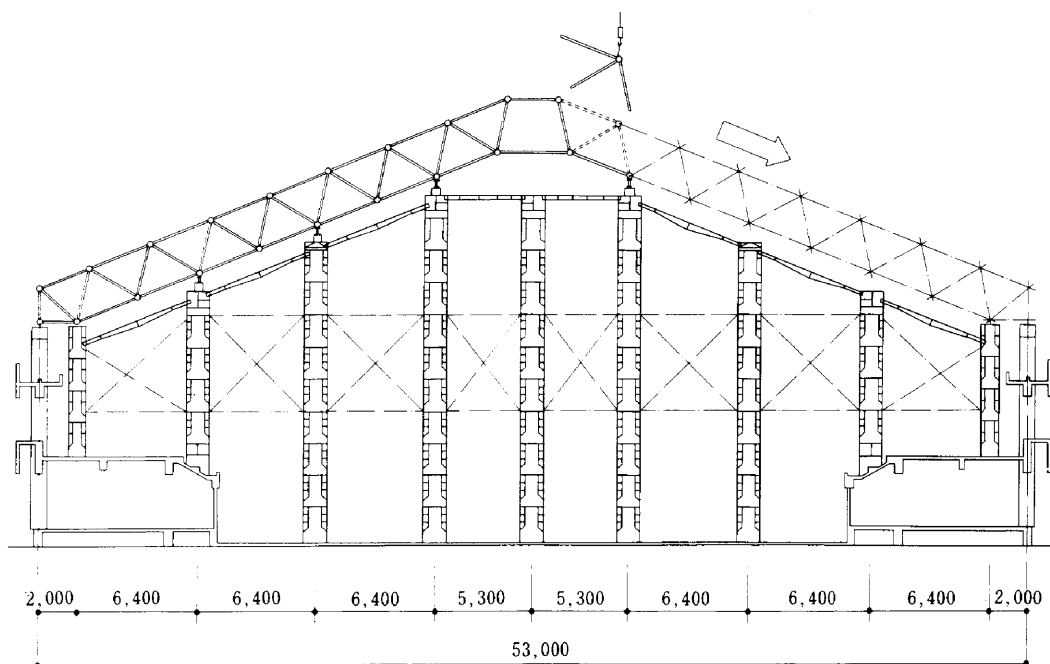


Fig.3 立体トラス組立順序図

Table 1 立体トラス組立工程表

トラス材支持タイプのトラス組立工程				製品名		(管理分担)記入凡例		工 事 名		記 号	内 容	記 号	内 容		
				TMTトラス組立		◎ 管理責任者 ○ 管理担当者		八幡市八幡東公園体育館建築工事		◎	作 業	◎	材 料 入 荷		
										◎	検 査 (数)	◎	検 査 (数)		
工程 (同フローチャート)				加工機	管理項目 点検項目	検査項目	規格値	管理限界	管理分担	管理方法		異常時の処理			
工程(分)	予 備 工 程	本 工 程	工 程 名						元 請	1 次 工 業	時 期	サンワコンテ測定	記録資料		
前工程→ 元請工程			架 出 し	テーフ、スケール、 墨ソボ	寸 法	全長、ピッチ 直角度	アンカー フラン	寸法 ±3mm 直角度 0	◎			作業時	アンカーフラン照合	アンカー修正による部 材取換、アンカー打ち 直し	設計による検計
			アンカー台 直し	テーフ、スケール、型 杭、パイプ、ハンマー	寸 法	アンカー4 本のピッチ	同 上	アンカー4本位置 アンカーの中心 ±5mm	◎		同 上	同 上		アンカー打ち直し	設計による検計
			マシジウ打設	無取換モルタル、レ ベルテーフ	マシジウ のレベル	レベル差	同 上	レベル差 ±3mm	◎		同 上	同 上		マシジウ打ち直し	
着 工 前 チェック			アンカーピッ チチェック	テーフ、スケール、 墨ソボ	寸 法	全長、ピッ チ直角度	アンカー フラン	寸法通り	◎	◎		入 荷 時	アンカーフラン照 合 面 に 数値記入	アンカー修正による部 材取換、アンカー打ち 直し	設計による検計
			アンカーボルト 長さチェック	ハンダー、スケール	寸 法	マシジウの 入端よりの ボルト長さ	支保部 詳細図	部材取換寸法分	◎	◎	同 上		支保部詳細寸法を照 合範囲内であればOK	長い場合アンカーを修正 短い場合アンカーを修正	設計による検計
入 荷			材 料 入 荷			パイプ・グ ローブの 数量確認	メンバーリ スト納品書		◎	◎		入荷時	数が少ないロットを抜 取りチェック	製造→運→連絡	
			材 料 場 前	垂機付ワイヤー、 バタ角		垂機能力 ワイヤー ひょうど	ワイヤー	径減少割断 切れキリ				搬込前	目録確認時チェック	ワイヤーの廃棄、垂機 作業の中止	
支保部 組 立			拵テベース セット	ハンマー、パイプ	拵テベース の種類	拵テベース の種類	拵テベース の種類による		◎	◎		搬込時	拵テベースの孔明け チェック→抜取	再製作 製造→運→連絡	
			支保グロブ セット	スパナ	支保グロブ の種類	部品の正誤	組立図参照	取り付け間違し 0	◎	◎	同 上	組立図と照合 全数	各タイプ 1 枚	修理もしくは再製作	
			支保間のパイプ グロブ組立	スパナ、ジャッキ	パイプ・グ ローブ種類	部品の正誤	同 上	同 上	◎	◎	同 上	同 上		正しい部品と取り替え	
組 立			材 料 配 置		正しい 部材配置	同 上	同 上		◎						
			グロブにパイ プ番号記入	マジックインキ	正しい 番号記入	番号 チェック	同 上		◎			書込時	組立図と照合	番号書き直し	
			下弦材の仮組	スパナ	正しい 部材取付	パイプ番号 チェック	同 上	入れ間違し 0	◎			仮組時	同 上	パイプ、グロブの正 しい部品の取替	
ト ラ ス 1 スパン			下弦材の 支保上	サポート、ジャッキ	下弦材の レベル	同 上	同 上		◎	◎		支保時	同 上	ジャッキアップダウ ン足の確認	
組立終了 から戻る			下弦材の本組	スパナ、トルクレン チ	トルク値	標準仕様書 参照	確認値 0		◎	◎		本組時	ゆるみ、がたつきがな いか 全数	部材配置 チェック シート	再度締め付け
組 立			斜材の仮組	正しい部材の取付	正しい 部材の取付	パイプ番号 チェック	組立図参照	入れ間違し 0	◎			仮組時	組立図と照合	パイプの正しい番号と 取り替え	
			上弦グロブの 取付	スパナ	正しい部材 方向取付	グロブ 番号方向 チェック	同 上	同 上	◎			取付時	同 上	正しいグロブの取替 グロブの方向直し	
			上弦の仮組	スパナ	正しい 部材の取付	パイプ番号 チェック	同 上	同 上	◎			仮組時	同 上	正しいパイプの入れ替	
ト ラ ス			斜材上弦材の 本組	スパナ	トルク値	標準仕様書 参照	確認値 0		◎	◎		本組時	ゆるみ、がたつきがな いか 全数	部材配置 チェック シート	再度締め付け
中間検査 組 立			確認忘れ チェック	スパナ、トルクレン チ	トルク値	ボルトの ガタつき チェック	同 上	同 上	◎	◎		組立中	組立終了分の再チェッ ク	再度締め付け	
電 装			タッチアップ	トルクレンチ	外 観	外 観	黒皮までの キズ		◎			電装時	目 視		
目 視 検査			確認忘れ チェック	ハケ	ボルトの ガタつき チェック	トルクチェッ クワイヤー	確認値 0		◎	◎		引渡前	ゆるみ、がたつきがな いか	施工 報告書	施工報告書提出
			通りチェック	トルクレンチ	墨忘りの ズレ	水平移動量	墨忘と平行		◎	◎		引渡前	墨忘りのズレ測定	施工 報告書	施工報告書提出
				サンガネ、スケール 墨ソボ											
シーシダ ウシ検査			トルク通り 検査	トルクレンチ、スケ ール	元請指示に よる	元請指示 による	設計図通り	設計範囲内	◎	◎		引渡前	元請指示による	写真施工 報告書	手直し 報告書写真提出
ジャッキ ダウ ン			ジャッキ ダウ ン	トルクレンチ、スケ ール	各ジャッキ のキズ ダウ ン 量	5回 キズ量	各ジャッキ ダウ ン 1.5mm量		◎	◎		ジャッキ ダウ ン			
			水平移動量 測定	スケール	トラスの 水平移動量	水平移動量	設計図通り	設計範囲内	◎	◎		引渡前	墨忘りの移動量	写真施工 報告書	施工報告書提出
			タワミ量測定	スケール	トラスの タワミ量	レベル測定	同 上	同 上	◎	◎		引渡前	支保上最大量測定	写真施工 報告書	施工報告書提出
アンカー 組 付			アンカーボルト 組付	スケール、レベル	座金の位置	ローラーの ストローク 確保	設 計 図	水平移動量の確保	◎	◎		組付時	長孔の寸法測定	現場加工	
支 保 部 落 後			支 保 部 落 後	抵抗器、ウエルダー	脚 長 (図示 の場合)	脚 長	図面通り		◎			目 視			
引渡検査			引 渡 検 査												

§ 7. 施工実績

7-1 実施工程表 (Table2)

7-2 使用材料実績 (Table3)

§ 8. おわりに

当初この施工法を立案し実施に踏切るまで、いろいろ他の工法も検討してみたが何れもどこかに支障があつて

駄目だという結論となり、最終的にこの工法で施工を行った。

我々としては当初より期待していたとおりの出来具合となり、作業性も良く安全面に於いても満足すべき結果となった。しかし天井仕上工事に際しての作業床のダウンについては若干の検討の余地があり今後の課題として残った。今後同様な工事を施工される方にはこの点を考慮して頂き、その際の検討の一助として本報文がお役に

Table 2 实施工程表

	10 月																															11 月																							
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
仮 設 工 事																																																							
作 業 床 及 支 保 工 組 立	桟組足場 2330㎡ 42人=55.5㎡ 支 保 工 230㎡ 14人=16.4㎡ 作 業 床 1480㎡ 74人=20.0㎡																																																						
Aブロック	桟組足場 1320㎡ / 29人=45.5㎡ 支 保 工 152㎡ / 9人=16.8㎡ 作 業 床 470㎡ / 35人=13.4㎡																																																						
Bブロック	桟組足場 720㎡ / 11人=65.5㎡ 支 保 工 88㎡ / 5人=17.6㎡ 作 業 床 450㎡ / 24人=18.8㎡																																																						
Cブロック																																																							
立 体 ト ラ ス 組 立	① → 892ピース / 8日 = 111ピース / 日 ② → 646ピース / 4日 = 161.5ピース / 日 ③ → 414ピース / 3日 = 138ピース / 日 ④ → 539ピース / 5日 = 108ピース / 日 ⑤ → 622ピース / 4日 = 155ピース / 日																																																						

注：仮設工事は作業床の組立完了まで（盛替、解体は含まず）

Table 3 使用材料実績

材 料 名	規 格	単位	数 量
ジャッキベース		ケ	345
建 樁	A-4055B	枚	1,320
板 付 布 樁	SK-6	"	1,100
筋 違	A-14	本	2,400
調 整 樁	A-405 A404L等	枚	210
梁 樁	A-147	枚	92
支 保 工	四角支柱	延m	458
単 管	48.6φ	延m	8,200
ク ラ ンプ	直 交	コ	5,700
"	自 在	"	2,000
足 場 板	杉ℓ=4,000 W=200	枚	7,250
栈 木	スベリ止用ℓ=4,000	本	1,500
落下防止ネット	15 ^{mm} ラッセル	m ²	2,700

立てば幸いである。

最後に本工事の施工に当り終始御助言と御指導を頂いた太陽工業株式会社殿をはじめ関係各位の皆様へ深くお礼を申し上げます。