

17. 既存競技場ドーム化工事における新しい機械化施工法

鹿島建設㈱：水谷 亮, *川音 一郎, 佐々木 直也

1. はじめに

既存競技場のドーム化工事は、新築のドーム建設工事と違い、すでに存在する施設およびグラウンドの上に屋根を架けるということで様々な厳しい制約条件が生まれてくる。

今回報告する工事は、プロ野球の球場をドーム化するという大規模なもので、その施工はオフシーズンに行わなければならない、効率化、工期短縮化に適した施工法が要求された。そこで一番のクリティカルとなる屋根鉄骨建方工事と金属屋根葺き工事において新しい施工方法を検討し採用した結果、良好に施工することができた。

本報では、上記2つについて、それぞれの施工方法の概要、採用した新機械・システムについて報告する。

2. 全体工事概要

当工事は2回のシーズンオフを利用して行われ、今回報告するのはその第1期工事である。1期工事では球場の周囲に24本の柱を建て、中央部分を抜いたお椀を伏せた形に屋根鉄骨を架構しそこに金属折版屋根を敷設するといったもので、上から見るとドーナツ状となる。第2期工事では膜屋根中央部をグラウンド内で構築してリフトアップする。

工期：1997年7月～1999年3月

工事規模：屋根直径 220m

：屋根高さ 64.5m

：屋根面積 39,000 m²

構造 基礎：鋼管補強現場造成杭

柱脚：鉄骨造

上部構造 周辺金属屋根部：鉄骨造

中央膜屋根部：A種テフロン膜による
鉄骨膜構造

3. 鉄骨建方（リング状せり出し工法）

3. 1 リング状せり出し工法概要

ドームのような大規模な屋根の鉄骨建方は、仮設ペント（支柱）を多数建て、設計位置に合わせたベ



図-1 1期工事施工手順

ント頂部に大梁等主要鉄骨部材をあずけるようにして順次鉄骨を接合していくのが一般的である。しかし、本工事では、既存の階段状の観客席の上に大きな荷重を支えるペントを無数に建てることは工期的に厳しく不可能であることから、球場外周部に新たに設置した柱から中心に向かって放射状に鉄骨を空中にせり出す新しい手法の鉄骨建方（リング状せり出し工法）を検討し実用化した。この鉄骨構造の特徴としては、上から見てドーナツ形の外周部（下部）と内周部（上部）にあたる場所にリング状鉄骨が、そしてその間を放射状および円周状に鉄骨が架構されており、このリングがたがの効果をもつというものである。これによりペントの数を1列（1周）に抑えることができた。

3. 2 鉄骨建方新測量システム

3. 2. 1 新測量システム開発の経緯

本工事での工期短縮となる鉄骨建方では、本締めまでをいかに早く終了させるかが重要となる。建方と同時に位置修正して本締めを行う為には、柱や梁を設計位置へ正確に誘導することが重要だが、リング状せり出し工法によると空中にせり出す鉄骨部材の頂部接合部には、目に見える設計位置がなく、また屋根自体が傾いた格好をしていて一つとしてXYZとも同じ座標がない為、トランシットやレベルでの誘導は難しい。

そこで対象物の位置をリアルタイムに、かつ正確に把握して、三次元でずれ量を表示し、建方指揮者にそれを伝えて対象物（鉄骨）を設計位置に誘導する新測量システムを開発し、本工事に適用した。

3. 2. 2 システムの概要

本システムは図-2に示すように、対象物（鉄骨）に取り付けたプリズム（回収式）を逐次自動で捉える自動追尾式トータルステーションと、建て入れ目標と実際の位置及びずれ量をパソコンの画面に数値とグラフィックで表示表示システムで構成されている。



写真-1 鉄骨建方、計測状況

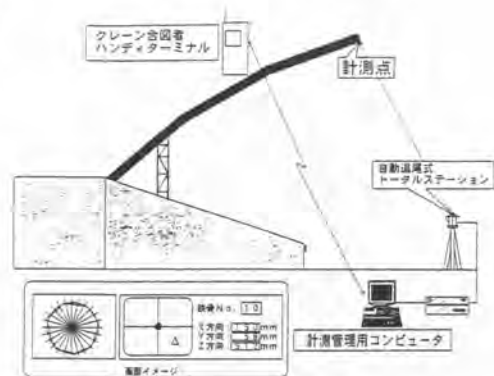


図-2 システム概要

3. 2. 3 計測手順

- ①ドーム中央付近に計測器をセットし、ドーム内の2つの基準点を計測、計測機本体座標を認識させる。
- ②鉄骨先端にマグネット式プリズムを固定し（この固定位置の座標はあらかじめシステムに入力されている）、鉄骨を吊り込む。
- ③パソコンに鉄骨Noを入力。自動的に計測器がその鉄骨の方向に向いて追尾、自動計測を開始し、パソコン上で鉄骨の現在位置と目標座標との較差を計算し表示する。

④測量作業員はその較差をクレーン合図者に連絡・誘導する。

3. 2. 4 本システム採用の効果

①建方中の鉄骨の位置を迅速かつ正確（±3 mm）に計測することができた。

②歪み直し作業の省略ができた。（仮ボルトの省略）

③リアルタイムに出来形を求めることが可能で、次のステップへのフィードバックが迅速にできた。

以上より工期の短縮、品質の確保ができた。

4. 金属屋根葺き工事（屋根折版送り出し工法）

4. 1 屋根葺き工事概要

第1期工事のドーナツ状の屋根はステンレス製の折版葺きで約23,700㎡の面積がある。この折版1枚の大きさは幅約500mm、長さ約20mの短冊型の形状で、重量は140kg/枚あり、上下2段（40m）で円周状に敷設され、総数2700枚で全体を覆う。屋根勾配は最大で約40度あり、円周方向に通っている鉄骨母屋材（L-100×100×10）にタイトフレームを介して固定される。

4. 2 屋根折版搬送・敷装置

4. 2. 1 装置開発の経緯

本工事は前述のように短期間のうちに行わなければならない、クリティカルとなる鉄骨建方工事と屋根葺き工事を並行して行い工短をめざす必要があった。しかし、実際には工短のため4班で鉄骨建方を行うので、グラウンドに鉄骨建方用クレーンが林立することになり、また外周にはクレーンを設置する場所がほとんどなくクレーンによる並行作業は困難であった。さらに、屋根が最大40度と急勾配であるため従来の人力による運搬・取付は安全上からみても工期的にもかなり無理があると予想された。そこで、図-3に示すように球場の入り口の外周広場一カ所から鉄骨屋根上に折版を揚重し、そこから所定の位置まで円周方向に搬送し敷設する方法（屋根折版送り出し工法）を試みた。今回は作業量から検討して2台の装置を製作し、折版揚重場所から左右に半周ずつ同時に搬送・敷設作業を行うこととし、上段の鉄骨建て方中に下段の敷設を開始し、上段の鉄骨建て方完了後に装置を上段に盛り替え、上部の敷設を行った。

4. 2. 2 装置の概要

本装置は、折版を敷設するための逆L字型のアーム2本（吊り装置）と搬送のためのゴム車輪駆動式の積



図-3 屋根折版送り出し工法

表-1 装置仕様

積載荷重	800kg
吊り装置荷重	200kg
走行速度	15m/分
走行装置	電動モータ、インバータ制御
外形寸法	約 L 20 m × B 1.9 m × H 2.6 m
自重	2,100kg
操作方法	ペンダントスイッチ（タッチセンサー付）
安全装置	逸走防止装置、走行リミットスイッチ
	ロープスイッチ、警報付バトライト、車止め
電源	100V 60Hz 発電機

載架台で構成されている（図-4）。この架台には折版を5～6枚積載することができ、円周方向に幾重にも配置された折版取付用の鉄骨母屋（アングル）のうち上下2段を走行路として利用し、所定の位置まで移動する。駆動装置部には屋根面に対して垂直方向の荷重を支える車輪（駆動輪）と傾斜方向の荷重を支える車輪（従動輪）が組み込まれている。移動後アーム部に取り付けてある手動式チェーンブロックと独自に開発した吊り治具で折版を1枚ずつ敷設する。この吊り治具は、折版の折り返し部分を挟み込むクランプをクロスリンクバー端部4箇所に取り付けたもので、クランプはワンタッチで折版を把持固定できる機構となっており、またクロスリンクバーには変形防止の機能を持たせているため、ハンドリングが素早く、急勾配でありながら安全に作業することができる。



写真-2 敷設状況

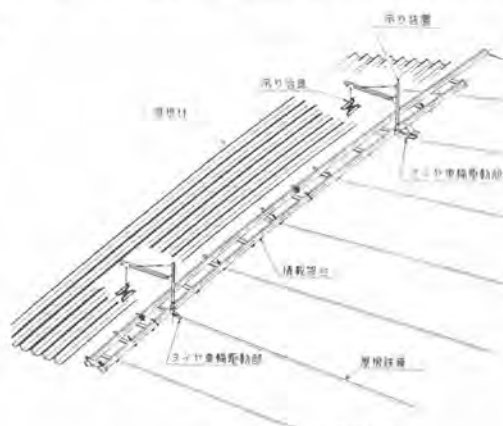


図-4 装置外観

4. 2. 3 本装置採用の効果

- ①本設母屋材を走行路としたため仮設レールを必要としなかった。
 - ②吊り治具はワンタッチ把持で作業効率が良く、斜め吊りでも滑りがなく安全であった。また少ない人数での取付ができた。
 - ③クレーン揚重特有の風による荷振れの影響がなかった。
 - ④クレーンは荷を積込むだけなので通常のクレーンによる取付よりも使用比率が減った。
- 以上より工期の短縮、省力・省人化、コストの削減ができた。

5. おわりに

本工事においては超短工期施工というのが大前提にあり、そのためにはどうしたら良いか、そうするためにはどういう機械が必要かということで、大それたものではないが、新機械・システムと新工法が互いに融合して所期の目標を達成できた良い例である。今後もこのような施工に根づいた機械・システムの開発を行い、更なる施工技術の躍進に貢献したいと考えております。



写真-3 第1期工事完了