

17. ドーム工事における膜屋根施工装置の開発

鹿島建設(株)：高橋 敬，*水谷 亮
川音 一郎

1. はじめに

既存競技場施設のドーム化は、新設工事と異なり、グラウンド内の使用制限、外周アプローチの制限、工期の制限、既存施設との融合といった数々の制約を受ける。

これらの制約をクリアするには在来工法による対応では難しく、新しい発想による施工法と機械装置の開発が不可欠となる。

今回、はじめて既存競技場施設のドーム化を西武ライオンズ球場で実施した。工事は2回のシーズンオフを利用するため、I期の外周部折版屋根工事とII期の中央部膜屋根工事に分かれ、それぞれに新しい工法・装置を開発して施工した。

中央部膜屋根工事において、膜屋根の施工の合理化を最重要課題ととらえ、屋根面を自走しながら長尺膜材を巻き出し同時定着させる「テフロン膜張り装置」を開発した。以降にその内容と施工実績について述べる。

なお、I期工事における開発実績については昨年の本シンポジウムで報告している。



写真-1 屋根全景

2. 全体工事概要および膜屋根概要

屋根直径：223m(膜屋根 145m)

[膜屋根]構造：鉄骨骨組み膜構造(単相格子鉄骨)

屋根高さ：64.5m

傾斜、勾配とも最大は約25度

屋根面積：39,000 m²(膜屋根約 17,000 m²)

仕上：A種テフロン膜(一重膜)

全体工期：1997年7月7日～1999年2月28日

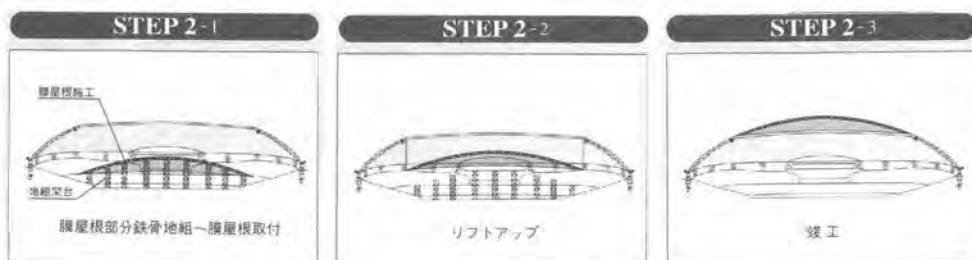


図-1 II期工事(膜屋根)施工ステップ

3. 膜工事概要

膜工事は球場内で組み立てた単相格子の屋根鉄骨上面に、図-2の短冊状にテフロン膜を張りつめる。膜材は、幅約7.5m、長さ最大160mに及ぶ長尺テフロン膜である。

周囲には1期工事で構築した外周屋根があり、内部は鉄骨建方と同時に膜工事を進行させるため、クレーンは使用できない。さらに超短工期で施工するため2台の新しく開発した膜屋根施工装置によって鉄骨の天頂より左右に長尺テフロン膜を敷設し、場内奥より手前に順次行うことで全体を施工することとした。

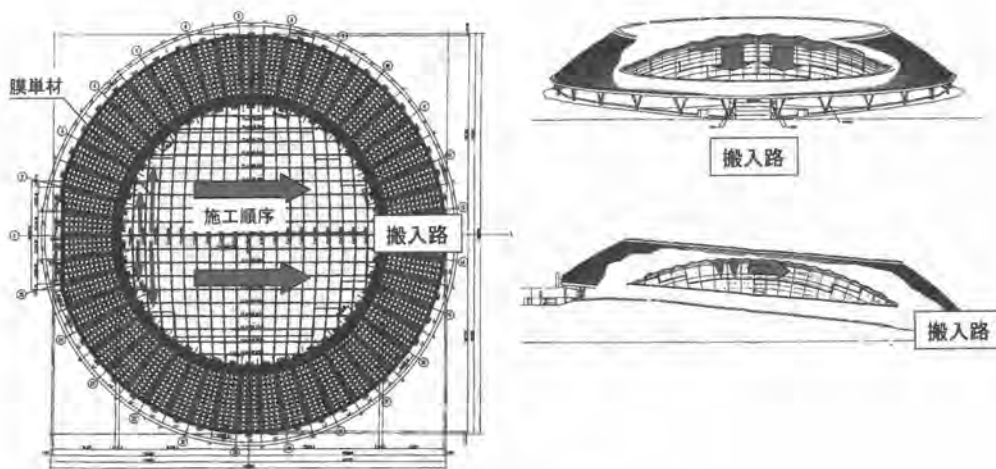


図-2 膜工事概要

4. 開発経緯

そこで開発にあたり、過去の膜工事施工例調査と従来の膜施工法の手順分析のため実大テフロン膜を使った作業実験を実施した。

その実験結果データを解析検討し、機械化に必要な開発要素と最適な施工手順を絞り込み開発を進め、実施工へ展開した。

以降は参考として在来工法(図-3)を示す。人力作業で2段階の手順で施工されている。

- ①膜全体を広げて仮止めする。(展張・仮張り)
- ②端部より引き伸ばし張力を導入しながら本設の鉄骨に定着する。(定着・張力導入)

この方法は仮張り状態での風養生や緊張用の仮設が多く必要で、設置撤去の工数もかかる。

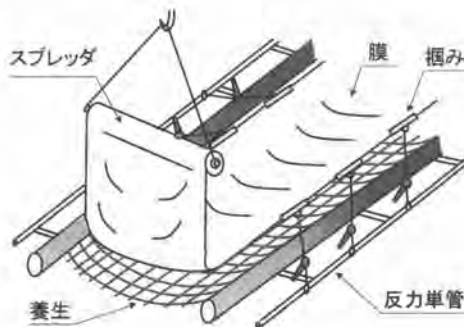


図-3 在来の膜施工方法

5. 新工法とテフロン膜張装置の概要

5.1. 新工法概要

今回、在来工法の膜張り作業を分析し、巻き出し直後に鉄骨に定着していくという新たな手順を考案した。これに基づき、本体鉄骨上を自走するテフロン膜張装置を開発、膜下地鉄骨のディテール見直しも行うことで、クレーンを使用せずに膜を一度に張りあげる新工法(図-4)を実現した。(装置盛替と膜積載にはクレーン使用)

以下にその作業手順を示す。

- ①本装置を移動させながら膜を巻き出す
- ②膜ロープエッジをグリップで把持
- ③幅・長手方向に膜を緊張
- ④本設クランプにはさみ込み定着
- ⑤グリップを開放

以上の巻き出し同時定着を900mmごとに繰り返すことで膜全体を施工する。

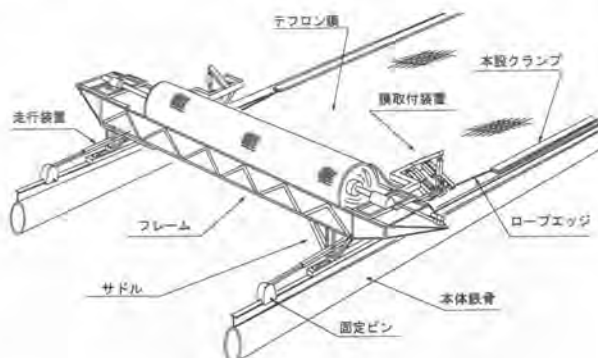


図-4 新工法概要

5.2. 装置概要

本装置(図-5、表-1)は、以下の要素で構成されている。

- ①膜材を積載するフレーム
- ②スパンに追従するスライドサドル
- ③電動シリンダによる走行装置
- ④膜芯調整用電動ジャッキ
- ⑤ロール巻き出し用電動機
- ⑥膜張取付装置等

膜取付装置は、クサビ式膜グリップとそれを動かす三次元の電動シリンダ群で構成しており、自在に膜位置を調整できる。

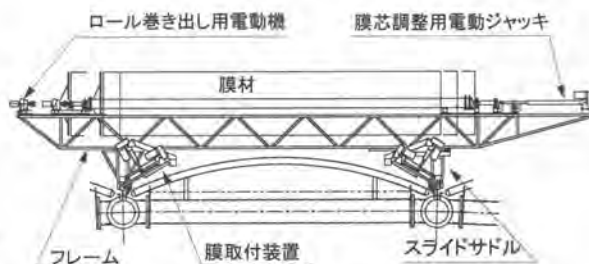


図-5 装置全体図

表-1 装置仕様

項目	仕様他
装置サイズ	L約14m×W約5m×H約2m
最大積載荷重	1,500kgf (14,700N)
膜取付け引力	最大1,200kgf (11,760N)
移動速度	1.5m/min (90m/h)
自重(質量)	3,750kg
操作方法	ペンダントスイッチ
電源	3相 AC200V 30A
メーカー	カジマイトエンジニアリング(株) 吉永機械(株)

5.3. 本工法の特徴および効果

- ①積載した膜を自分で展張するため、展張用クレーンが不要になり、鉄骨建方と並行作業が可能
- ②本設鉄骨上を走行するため、走行用仮設材をほとんど必要としない
- ③膜取付装置で本体鉄骨に同時定着するため、仮張り不要で、省人化、工期短縮が可能
- ④足場の悪い鉄骨上での力作業を低減できるため、安全性が向上

⑤膜の養生用、緊張反力用の仮設材、設置工数を大幅に削減

⑥巻き出されてフリーになる部分がほとんどなく、風の影響を受けにくいため、工程が安定

6. 施工実績

Ⅱ期工事の中央部膜屋根において、天頂より左右に2台の本装置を配置し、全数20枚の膜材のうち、両端を除く18枚の施工に使用した。写真-2, 3は施工時の全景と状況である。

本装置によって巻き出し同時定着することで、クレーンを使用できない場所での膜張りを可能とし、作業効率も向上、超短工期を実現することができた。

在来工法での施工は事実上不可能であったが、過去の実績と比較しても約5.54ヶ月を43日へと大きく短縮、工数、仮設材の低減等も含めてコストダウンにも繋がった。



写真-2 施工全景



写真-3 施工状況

7. おわりに

今回、現場担当者や協会社、機械メーカーとともに新しい施工法と機械装置を作り上げ、実施工においても所期のねらいを達成、滞りなく無事に施工を行うことができた。

今後の既存球場のドーム化工事においても、今回のような短工期かつエリアの制限は生じてくると考えられ、本工法は威力を発揮するものと思われる。新設の競技場工事においても施工効率向上・安全性・コスト低減のため、本工法・装置は適用性があり、実際の工事への適用も決定している。

今回のように「施工法自体を見直して、本来の目的・制約を克服する作業手順と装置を開発する」ことが重要で、今後もこのような施工に直結した開発を進めていきたいと考える。

最後に、本工法・装置の開発に携わった方々に、感謝致します。

「参考文献」:

- ・「施工記録 西武ドーム 既存の球場に巨大ドームを架ける」(施工 1999.5月号 彰国社)

執筆者:大竹文則、松岡謙一、佐々木直也、阿川清二

- ・「現場報告 西武ドーム」(日経アーキテクチャ1999.1.25号 日経BP社)