

張弦梁による大スパンの体育館屋根の施工

Work of Long-span Structure with Tension-cord Beam Construction

佐々木 元彦*
Motohiko Sasaki

小池 一之**
Kazuyuki Koike

要 約

体育館などの大スパン建築物において、屋根をいかに経済的に架構するかというのが、構造的な主要テーマである。今回は、様々な工法の中から張弦梁が採用された。

張弦梁構造は、歴史的には橋など長大スパンの架構に採り入れられた構造で、1850年頃から使用され始めた。最近では前橋グリーンドームに代表されるような大空間建築物に採用されている。

張弦梁は、鉄骨梁の両端を鋼製のケーブルでつなぎ、ケーブルを緊張させることにより梁を浮かせる複合構造で、ケーブル緊張が施工の重要なポイントであった。

目 次

- §1. はじめに
- §2. 工事概要
- §3. 張弦梁構造の特徴
- §4. 仮設計画
- §5. 張弦梁屋根架構の概要
- §6. 緊張工事
- §7. おわりに

§1. はじめに

当工事は、国士館大学創立80周年を記念して建てられた体育学部新築工事である。多摩ニュータウンの南部通称尾根幹線沿の高台に位置し、周囲は緑園に囲まれた市民の憩いの場となっている。建物は体育館棟、武道棟、教室管理棟、食堂棟の4棟からなっており、これから述

べていく張弦梁は、武道棟2階剣道場屋根、体育館棟3階アリーナ(1)、(2)の3ヶ所の屋根架構に使用されている(Fig.1 参照)。

ここでは、3ヶ所のうち一番スパンの大きいアリーナ(1)の張弦梁の施工概要を中心に紹介する。

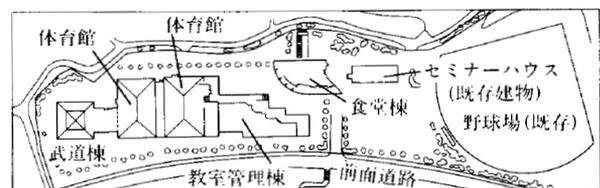


Fig.1 全体配置図

§2. 工事概要

工事件名：国士館大学体育学部新築工事
 工事場所：東京都多摩市氷山7丁目3～1他
 企業先：学校法人国士館
 設計監理：株式会社久米建築事務所

*東京建築(支)国士館大学(出)副所長

**東京建築(支)久喜市総合体育館(出)

施工：西松・辰村建設共同企業体
 工期：平成2年10月10日～平成4年2月22日
 主要用途：校舎 体育館
 面積：敷地面積 21,600㎡
 建築面積 6,962㎡
 延床面積 15,712㎡

§ 3. 張弦梁構造の特徴

Fig. 2 に張弦梁の原理を示し、以下にその特徴を述べる。

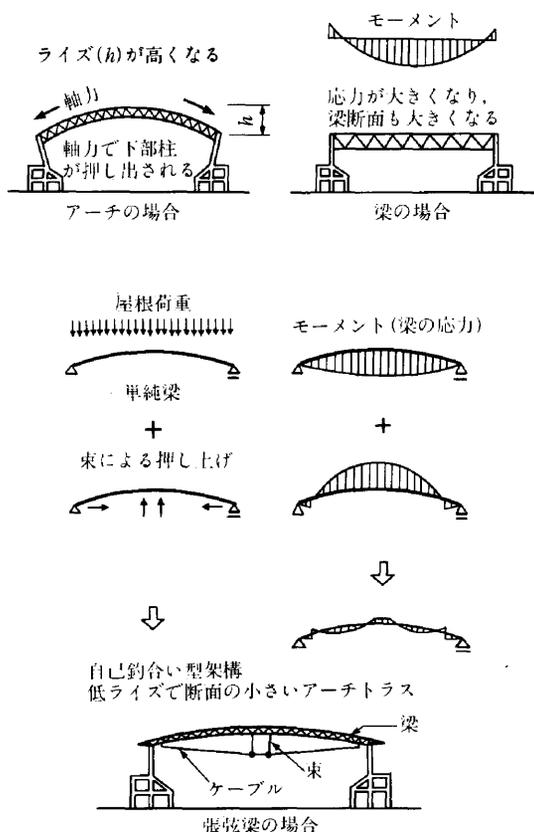


Fig.2 張弦梁の原理

- ①高い曲げ剛性をもつ鉄骨梁の下部にケーブルを配して、これに張力を導入することにより、梁とケーブルの間に設けた2本の束材で梁が押し上げられ、応力および変形(たわみ)を制御する構造である。
- ②上弦材には曲げと圧縮力に強い鉄骨を、下弦材には引張り力に強いケーブルを使用することにより、それぞれの材料の利点を十分生かした複合工法である。
- ③梁とケーブルは一体となって、鉛直荷重により生じる応力を下部架構へ伝えない自己釣合系の架構を形成する。すなわち、上弦材のアーチアクションによる応力

は、ケーブルの引張力で抵抗し、ケーブルへの張力導入による内側への応力は、上弦材の圧縮力で抵抗する。この結果、下部構造への影響が極めて少なくなり、構造全体の安全性が向上する。

- ④上弦材の曲げモーメントを低減する効果があり、部材断面の縮小、鉄骨重量の軽減を図ることができる。

§ 4. 仮設計画

4-1 揚重計画

体育館棟においては、3階床から上部でアリーナ(1)、アリーナ(2)が中央のコア部を中心にほぼ対称になっている。鉄骨の重量、作業半径および躯体工事を考慮に入れ、体育館棟のほぼ中央部にタワークレーン JCC1800を設置した(Fig. 3 参照)。

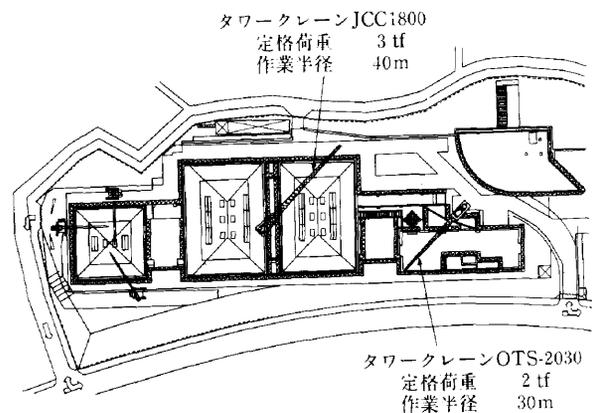


Fig.3 仮設計画図

4-2 作業ステージング計画

屋根に係わる作業として、躯体工事(鉄骨建方、張弦梁工事、屋根 ALC 版工事)、仕上工事(内装、塗装、電気、設備等の工事)などがあり、共に作業量はかなり多い。それらを考慮した上で、躯体、仕上工事が兼用可能な足場のステージングを鉄骨建方前に行った。平面的に 33m×45m、高さ15mの足場で、外周部壁面の空間の調整は、ブラケット足場にて行った。屋根面については、全面足場板敷、落下防止用ネット養生を行い、鉄骨工事、張弦梁工事、屋根 ALC 工事の終了後、天井仕上面より 1700mm低い位置に、足場を盛り替えて仕上工事用とした。

鉄骨工事前に、作業足場を先行させたことにより、作業性もよく、安全面、品質管理の面についても満足できる結果となった。

4-3 支保工計画

張弦梁は、前述したとおり鉄骨梁の下部に鋼製ケーブ

ルを配置し、梁の両端をケーブルでつないで緊張させることにより梁を浮かせる構造である。その性格上、ケーブル緊張導入前の鉄骨工事中において、梁自重の支持並びに組立中の梁のたわみを防止するため、梁の自重を受ける支保工が必要である。鉄骨などの屋根材の荷重計算を行い、かつ大梁架設時の作業性を考慮し、四角支柱(300mm×300mm)による支保工を採用し、3階スラブ部分から支持した。なお補助として、大梁下部の枠組足場の頂部から梁受金物による支持も併用した。鉄骨梁の下部に位置するケーブルを避けて四角支柱を梁芯に対称になるように2本配置し、これに山留鋼材(300H)を渡すことにより、鉄骨梁の支持を行った。四角支柱から足場への水平継ぎを細かくとることにより、横ぶれや座屈を防止した。以上の支保工計画に基づき、鉄骨建方、本締め、溶接作業の後、ケーブルの緊張を行った。

§ 5 . 張弦梁屋根架構の概要

大屋根は、長辺方向が44.8m スパンであり、8列のうち6列の張弦梁が並列されており、短辺方向が、33.0m スパンであり、6列のうち2列の張弦梁が並列されている(Fig. 4~6 参照)。上弦材は、H鋼でジョイントは、ウェブについては高力ボルト接合、フランジについては現場溶接継手である。下弦材は、PC鋼線(φ15.2mm)を7本束ね、ポリエチレンコーティングしたものを1ケーブルとした。7本のケーブルを配置し、柱の端部においてクサビで定着させた(Fig. 7~8 参照)。

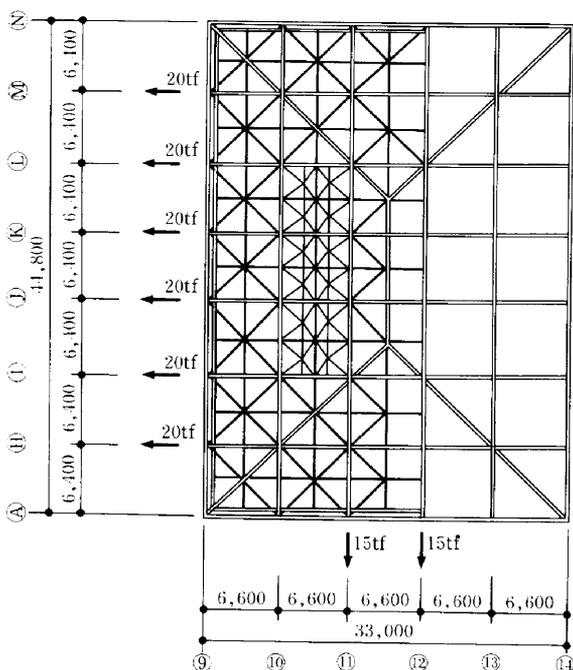


Fig.4 屋根伏図

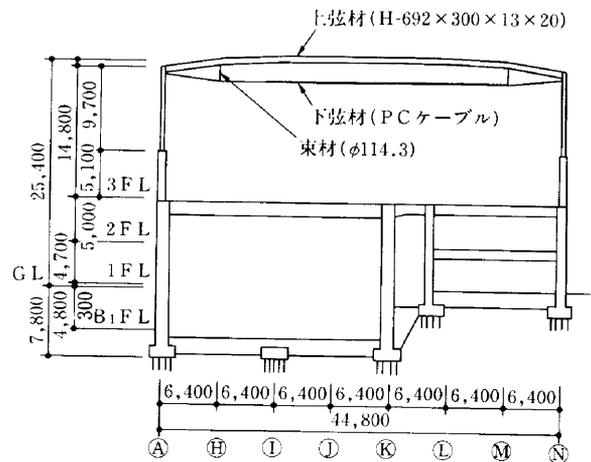


Fig.5 全体架構断面図

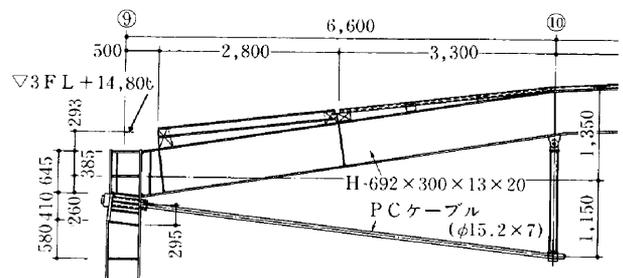


Fig.6 PCケーブル端部詳細図

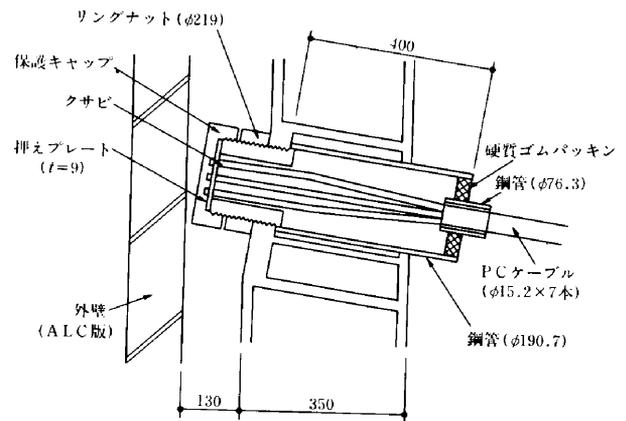


Fig.7 PCケーブル定着部詳細(緊張端)

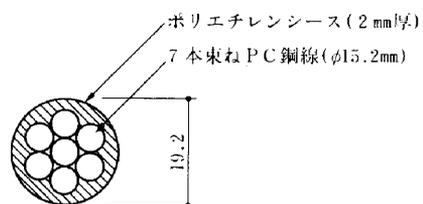


Fig.8 PCケーブル断面(1ケーブル)

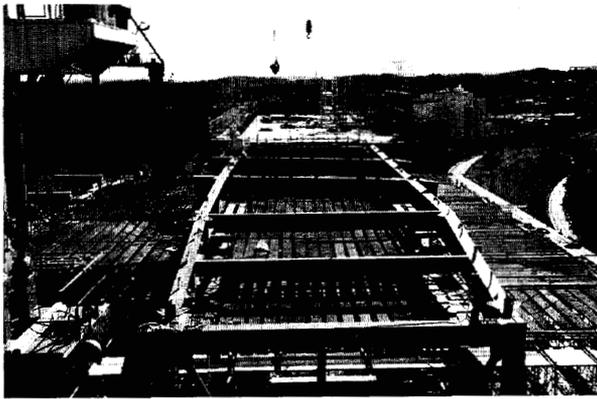


Photo 1 鉄骨建方状況

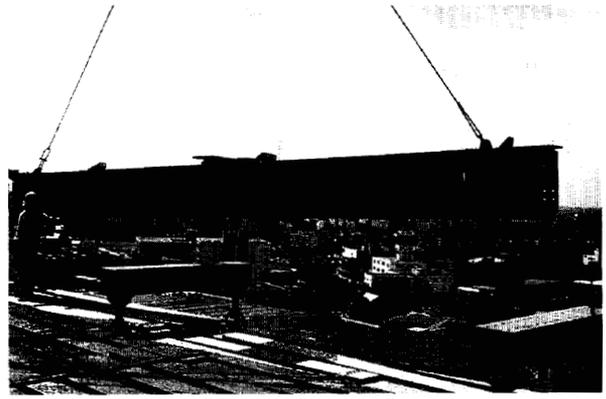


Photo 2 大梁支保工状況

ケーブル緊張時の設計基準導入力は、長辺方向15tf (147kN)、短辺方向20tf (196kN)とした。上弦材と下弦材をつなぐ束材は、直径114.3mm、厚さ6.0mmの鋼管を使用し、その下部にケーブルグリップを設け、高力ボルトにてケーブルとグリップを圧着止めて固定した(Fig. 9参照)。

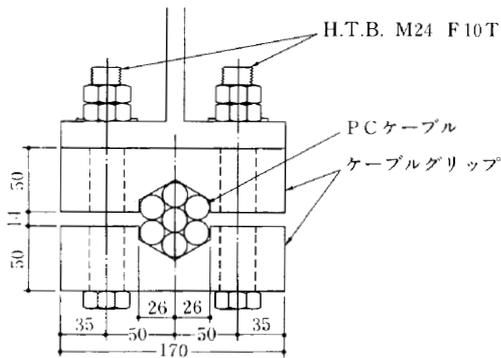


Fig.9 グリップの詳細

張を完了させた。次にクザビの戻り分だけを調整し、張力を100%に保持し、二次緊張を完了させた。最終的な設計基準導入力として、長辺方向は15tf (147kN)、短辺方向は20tf (196kN)の張力を加えた。
⑤ケーブル緊張後の定着部の処理として、緊張時使用した鋼線の余長の切断、定着部の保護キャップの端部処理などを行った。その後、定着体の鋼管の中に、樹脂系の材料を充填した。

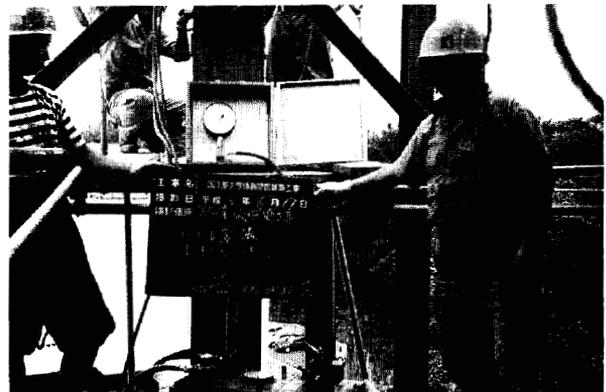


Photo 3 ケーブル導入力測定

§ 6 . 緊張工事

ケーブル緊張の順序を以下に示す。

- ①工場にて所定の長さに切断加工されたポリエチレンコーティングのPC鋼線を、梁下の作業床に回転テーブル、ローラー等を使用してキズをつけぬように配置した。
- ②各ストラット（東部）間の距離は、設計上設定された距離に、ケーブルの伸びを考慮して印を付けた。
- ③固定端部、グリップ部、緊張端部のケーブルセットを固定端側から緊張端へ順次行った。
- ④緊張端に電動油圧ジャッキをセットし、徐々にケーブルの導入力を増していき、所定の導入値まで上げた。クザビをK.T.Bコーンにくい込み定着させ、一次緊

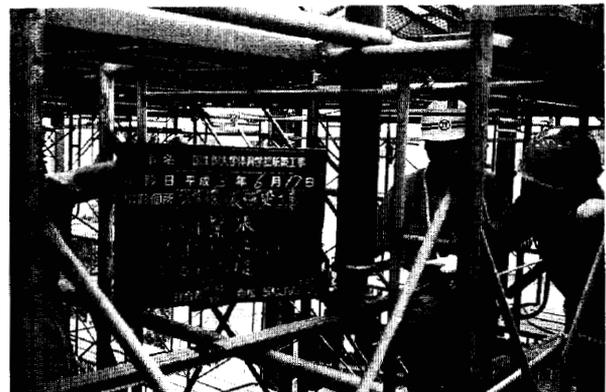


Photo 4 束材変位測定

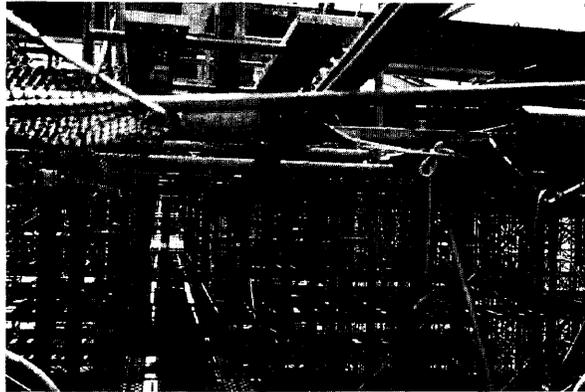


Photo 5 ケーブル緊張状況

長辺方向2ヶ所、短辺方向6ヶ所のケーブル緊張を実施し、屋根架構部の張弦梁緊張工事を完了させた。ケーブルを緊張させることにより梁を浮かせ、その後、屋根にALC版を敷込み、その上に防水工事を行った。

§7. おわりに

張弦梁工法による大スパン屋根架構の施工概要について述べてきた。大スパン建築物において、屋根架構の軽量化、ローコスト化、工期の短縮、ワイヤー自体の意匠的美観等の利点から、今後も張弦梁工法は普及していくものと感じられた。

張弦梁工事におけるポイントは、緊張工事にあるが、「緊張」そのものの作業は、ほぼ1日で完了することができた。しかし、緊張作業の前段取である大空間スパンの足場の架設、大梁の支保工といった仮設に、多くの労力



Photo 6 仕上完了状況

および日数を費やした。張弦梁工法での施工にあたっては、仮設の検討および工夫が重要なポイントになると実感した。

最後に、本工事の施工にあたり、適切なるご指導およびご尽力頂いた㈱久米建築事務所の皆様に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 中村 博：張弦梁を採用した NKK アクアモールの構造設計，鉄構技術，1991年。
- 2) 山田利行他：張弦梁構造によるグリーンドーム前橋の大屋根施工，建築技術，No.478，1991年1月。
- 3) 松田平田坂本設計事務所・清水建設：張弦梁構造のディテール，ディテール，106号，1990年10月。