

Japan National Stadium



写真提供：(独)日本スポーツ振興センター

日本らしさをアピール 木のぬくもりと鉄の力強さ 国立競技場

東京2020オリンピック・パラリンピックのメインスタジアムとなる国立競技場。

平和とスポーツの祭典の聖地として、さまざまな感動が生まれることになる

この巨大スタジアムが、どのような材料や技術によってつくられたのか。

設計・施工を担当した大成建設(株)に取材し、建設の舞台裏に迫る。



写真提供：(独)日本スポーツ振興センター

みんなにやさしい 日本らしいデザイン

2016年12月に着工してから、およそ3年。新しい国立競技場が19年11月に完成した。残念ながら20年の東京オリンピック・パラリンピックは1年延期されたが、開幕の時を今、静かに待っている。

敷地面積は約10万9800㎡、建築面積は約6万9600㎡で、いずれも旧国立競技場(敷地面積約7万4000㎡、建築面積約3万3700㎡)を上回る大きさだ。14年に役割を終えた旧国立競技場は、1924年に開場した明治神宮外苑競技場にさかのぼり、オリンピック招致のアピールとして58年に開催されたアジア競技大会のために建設されたスタジアムだった。64年の東京オリンピックでは約8万人を収容するため拡張され、観客席はワンスロープの1層スタンドで、メインスタンドの一部に屋根が設けられ、対面するバックスタンド最上部に聖火台が設置された。当時最もスタンダードなタイプの競技場だった。一方、国立競技場は、日本らしさや未来の社会にあるべき姿をアピールするため、旧国立競技場の競技を中心としたシンボリックな競技場

から、人々のホスピタリティに配慮した、みんなのスタジアムへと生まれ変わっている。

「国立競技場は東京の貴重な緑を将来の財産として継承するスタジアムです。ユニバーサルデザインでみんなが使いやすい、観客席の大屋根に木を用いたことでぬくもりが感じられます。すり鉢状の3層スタンドはフィールドとの距離が近いので、競技が見やすく、同時にみんなが安全に避難できる構造です。また、47都道府県から調達した木材を用いた軒庇とプランター植栽によって神宮の杜と調和させ、深い軒庇の陰影の奥には休憩スペース風のテラスを点在させました。自然と建物が緩やかにつながる国立競技場は、日本的で木のぬくもりが感じられる、みんなにやさしい木と緑のスタジアムです」

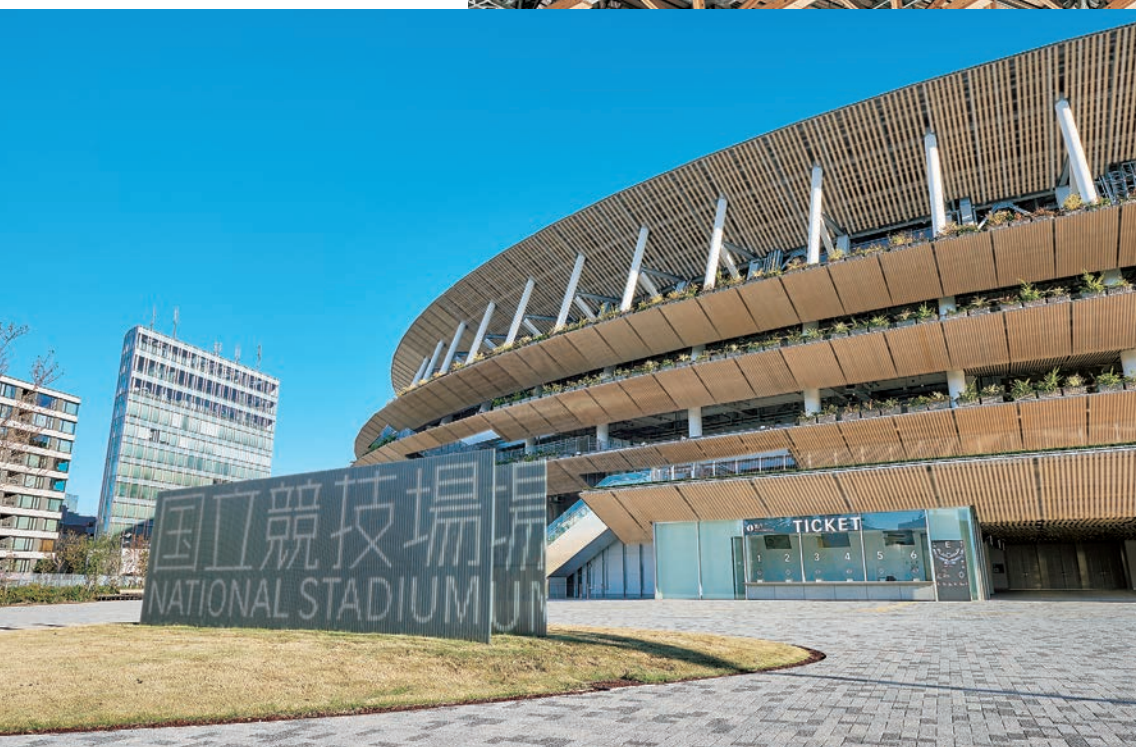
(大成建設・川野久雄部長)



大成建設(株)
設計本部 建築設計第二部 部長
川野 久雄氏



写真提供：(独)日本スポーツ振興センター



写真提供：(独)日本スポーツ振興センター

屋根トラスに 強度と靱性に富む鉄骨

木のぬくもりが目を引く国立競技場は鉄骨造を主体としており、一部が鉄骨鉄筋コンクリート造の建築物となっている。そのなかでも特徴的なのは、屋根が木と鉄のハイブリッド構造となっていることだ。

「単なる仕上げ材ではなく、構造材として木材を利用したいという思いがありました。しかし約60メートルの片持ち形式の屋根トラスを木造で構築するのは難しく、強度と靱性に富む鉄骨を主体に木材と組み合わせました。建築基準法が規定する長期・短期荷重により生じる応力は、すべて鉄骨のみで負担できる設計とし、木材で地震や強風による屋根の変形を抑えるとともに、建築基準法以上の外力により生じる応力を鉄骨とともに負担する構造としました(大成建設・水谷 太郎プリンシパルエンジニア)

トラスを構成する下弦材(※1)とラチス材(※2)の鉄骨に木材を組み合わせてトラスの変形性能(剛性)を向上させるには、木材の軸剛性を効果的に利用できる接合方法が必要だった。そのため、木材の端部を引きボルトで鉄骨とつなぐ接合方法が採用された。圧縮力が作



大成建設(株)
設計本部 プリンシパルエンジニア
水谷 太郎氏

用する場合は木材の端部に接する鉄骨プレートを利用し、引張力が作用する場合は引きボルトを利用し、木材と鉄骨の間で軸力を相互に伝達することで剛性を高めた。

「下弦材は圧縮力が支配的になるため、木材の端部と鉄骨プレートとの密着性を高めることが製作上の重要な課題でした。試行錯誤のうえ、木材、鉄骨の製作精度を吸収できるように接合方法を改良しました。また、今回の引きボルトを利用した接合方法では、圧縮時と引張時で木材の剛性付与の割合が変わるため、実大の検証実験を行い、理論値との比較のうえ、ハイブリッド部材としての剛性と耐力を評価しました(水谷プリンシパルエンジニア)

屋根の鉄骨工事は、設計・工事施工一貫体制の強みが活かされた。設計段階から設計チームと施工チームが協働し、同じ形式のフレームを同方向に繰り返した架構と、複雑な形状・納まり

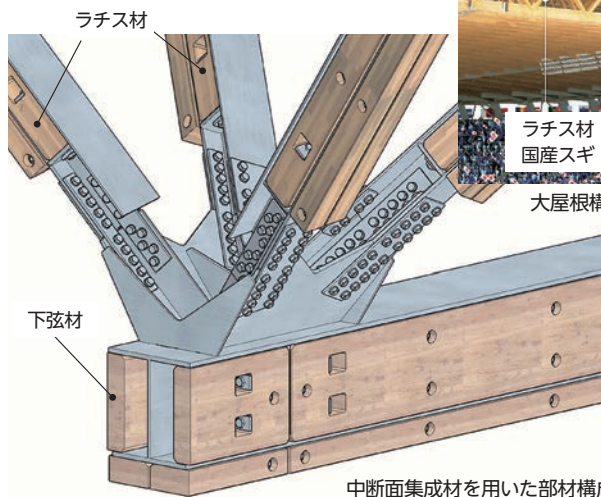
※1 下弦材(かげんざい)：弦材はトラスの上または下に配置される横方向の部材。下に配置する弦材を下弦材という。

※2 ラチス材：柱や梁などの間を斜め、またはジグザグ状に構成した補強材。主に鉄骨造で使用され、長いスパンを支柱なしで用いる。



写真提供：(独)日本スポーツ振興センター

鉄と木のハイブリッド構造



大屋根構造の木材利用イメージ

中断面集成材を用いた部材構成イメージ

図版提供：大成建設・梓設計・隈研吾建築都市設計事務所共同企業体

を避けたディテールの躯体形状が採用された。これによって常に同じような形式、スパン、数量での作業と対称性による資機材の繰り返し活用が可能となり、習熟効果による工程促進と品質・安全性が向上した。

「屋根工事は特に難易度が高かったため、屋根に特化した専門チームを立ち上げ、技術的な議論や実施に向けた部材の製作や施工計画を詰める作業を行いました。その一環として、設計図を基に建築、設備共にBIM(ビルディング・インフォメーション・モデリング)を用いて施工図検討を行うことで、2次元での検討と比較して、立体的で複雑な形状の納まりの精度が高まるとともに、製作加工の不具合抑制や現場での部材取り付けの効率化が図られました」(大成建設・八須智紀作業所長)

実際の屋根鉄骨建方ではスタンド内外に大型クレーンを配置し、外周の屋根鉄骨建方を先行施工する間にフィールド内では屋根ユニットの地組(じぐみ)を行い、併行して工事が進められた。また、屋根鉄骨架設時にはタワークレーンマストを利用した大型仮支柱が採用され、支柱のジョイントがシステム化された。この方法により、スタンド段床面を介してスタンド内部で内装設備工事を同時に進めることができ、短工期での施工に大きく寄与した。

持続的な建築の未来を象徴

国立競技場の建設は、ピーク時には1日に約2800人の作業員が入場し、延べ150万人が携わった。そして当初のスケジュールどおり2019年11月30日に竣工した。

「国立競技場の構造計画を進めるうえで大きな方針のひとつは、施工性への配慮でした。300メートル級の平面規模、約60メートルの片持ち屋根を有するスタジアムをいかに効率的に施工できるかについて、基本計画の段階で施工チームと十分に調整し、構造架構のベースを固めました。そのうえで、デザインコンセプトや耐震性能を丁寧に具現化しました。困難な課題に直面した場合も、後戻りすることなく、一致団結して、完成まで突き進むことができたと思います。やはり、建設に携わる人がみな、何をやりたいか、何をやるべきかを共有していたからだと感じました」(水谷プリンスパルエンジニア)

「近年、人々の間で地球環境への意識が芽生え、建築や街に対しても変化が生じているように思います。このような時代のなかで、今後は鉄に別の素材を組み合わせ、環境や人にやさしいハイブリッド構造の検討が行われると



大成建設(株)
東京支店 作業所長
八須 智紀氏

考えます。鉄と木のハイブリッド構造、鉄と高密度な紙のハイブリッド構造、鉄とカーボン繊維のハイブリッド構造など、異分野を組み合わせることで、新しい未来が展開されることを願っています」(川野部長)

「建設は人々の暮らしや社会基盤の礎となるものです。その整備にあたって鉄は欠かせない大切な代表的建材です。そのためにも業界として持続的発展、地域環境保全といった課題にも取り組みつつ、大きな課題を克服し、さらなる発展を目指していきたいと思えます」(八須作業所長)

木のぬくもりと鉄の力強さに包み込まれた国立競技場。東京2020オリンピック・パラリンピックのレガシーとして、環境にやさしく持続的な建築の未来を象徴するスタジアムと語り継がれ、ここで歴史に刻まれるたくさんの新たな感動が生まれる。