

# 30. 大径間トラベリング工法の開発

（株）竹中工務店：柳沢 功・山崎 敦徳・石川 善弘

## 1. まえがき

横浜市の市制100周年記念事業として、新横浜駅前に建設中の「（仮称）新横浜イベントホール」は、最大収容人員17,000人、アリーナ面積8,000㎡、100mの直線トラックが優に取れるわが国最大規模の多目的イベントホールである。

本工事は当初よりオープンの日が決定しており、工期については特に22ヶ月の短工期（工期率85%）を要求された。多目的イベントホール特有の大空間を形成する大屋根（スパン108m×桁行108m・重量3000t）の施工法が、全体工期に大きく寄与すると考え、設計・施工に際し、各工法検討の結果、工期・コスト・品質・安全面において最も優れている「トラベリング工法」を採用・実施した。

## 2. 工法の概要

トラベリング工法とは、大架構をいくつかのブロックに分割し、クレーン操作が可能で場所を1ブロックずつ組立て、これを順次移動させながら架設するものであり、表1の工事工程表でもわかるよ



表1 工事工程表



図1 工法概要図

うに、屋根トラベリング工事と上部躯体工事とのラップ作業が可能のため工期の短縮が計れる。

当社におけるトラベリング工法の歴史は古く、昭和43年以来施工実績は10件を超えるが、スパン40m・重量700t程度のものであり、これに対して今回はスパン108m・重量3000tとわが国でも最大級の規模となり、従来のトラベリング工法では、長大スパン・大重量に対して各種の問題点がでてくる。「大径間トラベリング工法」はこのような大架構における「長大スパン」・「大重量」に対応できる工法であり、巨大な構造物も鉄骨・仕上げ・設備等を複合化させ、各部位に何ら支障を来たすことなくトラベリングさせる工法である。本工事における採用工法の概要図を図-1に示す。

### 3. 開発技術

「大径間トラベリング工法」を可能とするため、図-2に示す4つのシステムを開発した。



図-2 システム概要図

#### 3.1. 複合化トラベリング

高所作業と資材揚重回数を低減させるため、鉄骨建方時に仮設・仕上げ・設備をユニット化し同時に建方を行う。作業ステージを3ブロックにわけ、第1ブロックは鉄骨・屋根工事を主にした工事、第2・第3ブロックは鉄骨下部のキャットウォークや仕上げ・設備工事を主に施工し、完全に仕上げてトラベリングした。

#### 3.2. 架構変形対応システム

108m架構の熱応力による変形(30℃で40mm)と撓みによる端部のせり出し変形(最大54mm)をトラベリングシュー上部に設けたビン・ローラーで吸収し、各変形をトラベリング時に発生させないシステムとして「ダブルシュートトラベリング」を開発した。トラベリングシューは長期の屋外施工で大重量に耐える「特殊銅合金+特殊焼付レール」を開発した。これらにより摩擦係数(μ)は0.08を確保できるが、更に界面上にテフロン粉末を吹付けしμを0.06に低減させた。

#### 3.3. トラベリングジャッキシステム

反力装置として、従来のビン差し込み式から反力の大きくとれる「クサビ式クランプ装置」を開発した。鉄と鉄との摩擦面を利用してクサビジャッキを伸長させ仮設レールを締め付ける軸力を増加させて、大きな反力を得るシステムである。2連式で100tの水平耐力が得られる。また従来の先端2台のジャッキによるトラベリングに変え、架構を幾つかのブロックに分割し、各ブロックを各々のジャッキが分担し、架構全体を連結された状態で同時トラベリングさせる「大ブロック連結トラベリング」を開発した。このシステムによりいかに巨大な構造物もトラベリングが可能となった。今回使用したジャッキの性能は、押・引共120t、1ストローク1100mm、速度25cm/分である。

#### 3.4. 水平監視システム

従来の手動操作に変え、各4台のジャッキを同調制御させるため、パソコンによる自動制御管理システムを開発した。ジャッキストロークの左右の相対変位が10mm、前後の相対変位が5mmを超え

ると先行するジャッキが停止し、遅れているジャッキが追いつき再スタートを繰り返すシステムである。CRTには、ジャッキ圧力・移動量・クランプの開閉・摩擦係数等必要なデータがビジュアル表示される。

#### 4. 実施結果

##### 4.1. 実施工程

昭和62年12月4日に第1スパンの鉄骨建方を開始し、12月21日に第1回目のトラベリングを実施、延9回に渡るトラベリングは順調に工程を消化し、昭和63年4月19日に第9回目のトラベリングを完了した。スパン別に計画及び実施の工期をまとめたものを表-2に示す。この間トラベリング工事関係では、62000時間の無災害を達成し、昭和63年8月末日現在は、全体で100万時間の無災害を継続中である。これは「大径間トラベリング工法」により、作業ステージが屋根面積の約1/3であり、高所作業がこの限定されたステージ上であるため、安全の集中管理ができたこと。又安全な上下ラップ作業が可能であったためと考えられる。

##### 4.2. 作業工数

作業員数をトラベリングスパン毎にまとめた結果を図-3に示す。各スパン毎の作業員数の合計は減少の傾向にある。4・5・6スパンで作業員数が増加したのは、排煙口工事があり他スパンより施工数量が増加しているためである。施工歩掛り（単位施工量当りの作業員数）も減少の傾向にある。トラベリング工事期間中は1260人の省人化が計れた。

トラベリング工法と在来工法との作業員数の比較を工事別にまとめた結果を図-4に示す。

トラベリング工事以外は全て減少しており、特に構台工事においては在来工法の約30%である。これは屋根面積に対して構台面積が約30%に減少したためである。全体で約3500人（約35%）の省人化が計れた。

また、鉄骨・仕上げ・設備工事については、同一場所での繰り返し作業となるため、作業員の平準化と習熟度の向上によって大幅な省人化が計れた。

計画	第1回 16日 +2日	第2回 13日 +2日	第3回 13日 +2日	第4回 13日 +2日	第5回 13日 +2日	第6回 13日 +2日	第7回 13日 +2日	第8回 13日 +2日	第9回 13日 +2日
実施	16日 +2日	12日 +2日	12日 +2日	12日 +2日	12日 +2日	12日 +2日	11日 +2日	11日 +2日	11日 +2日

表-2 スパン別工期

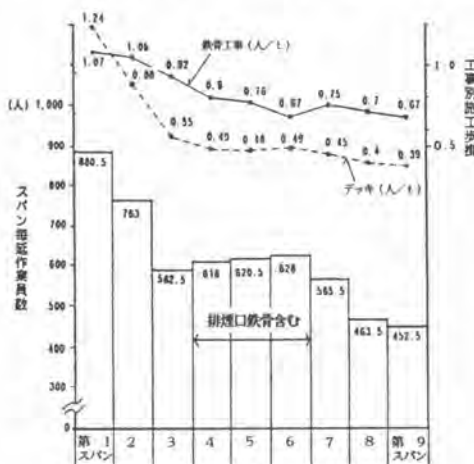


図-3 スパン別作業員数

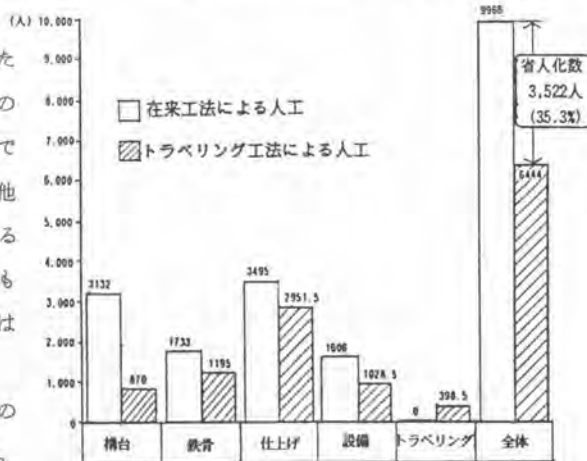
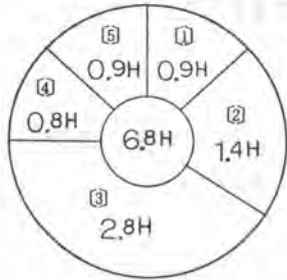


図-4 工事別作業員数



- ① 準備・仮定着外し等
- ② 点検・計測
- ③ トラベリング
- ④ 仮定着
- ⑤ 休憩

図-5 作業別平均時間

#### 4.3. トラベリング作業

1 スパン12mのトラベリングにかかる平均時間の内訳を図-5に示す。準備工事から終了まで約7時間である。トラベリング自体は約3時間であり、1mの移動時間は約15分となる。これはジャッキの性能では、1mの伸・縮にかかる時間は8分であるが、クサビ式クランプ装置の開閉、司令室との確認・通信時間等が含まれるためである。

摩擦係数( $\mu$ )の実施結果を図-6に示す。摩擦係数の平均値 $\bar{\mu}$ は0.058であり、バラツキも少ない。トラベリング重量が増加しても摩擦係数はほぼ一定かやや減少の傾向にある。

水平監視システムにおける相対変位の自動制御回数をスパン毎にまとめた結果を図-7に示す。この結果からトラベリングジャッキが先端2台の場合1ストローク(1m)で約1回の制御回数であるが、6スパン目より4台になった場合は1ストロークで3回の制御回数になった。ジャッキの台数が増えれば制御回数も増加するが、トラベリング重量が増えても、制御回数には影響がない事がわかる。

#### 5. あとがき

本工事に「大径間トラベリング工法」を開発して実施した結果、安全・品質・コスト・工期の全ての面において初期の目標を十分に達成でき、大架構造物に対する「大径間トラベリング工法」の設計・施工技術の確立ができたものとする。今後の展開として、長大スパンによる軌道上・道路上の再開発や大規模市街地再開発等に採用が可能である。

最後に、本工事の実施にあたり、多大な御協力を頂いた関係各部・各社に、深謝の意を表します。

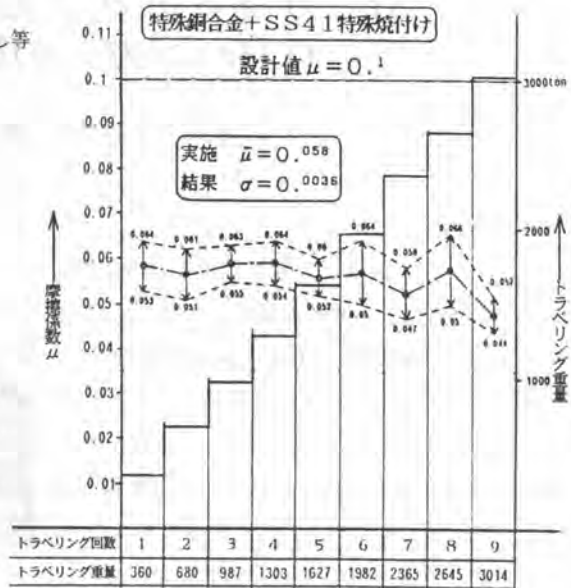


図-6 摩擦係数

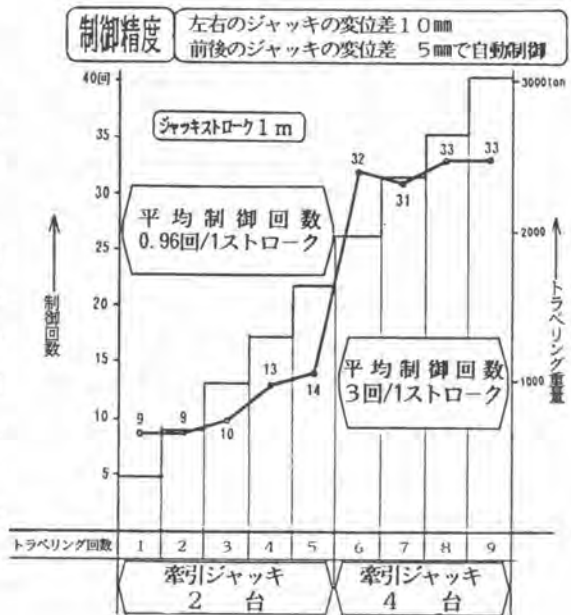


図-7 制御回数