全天候施工法

外装パネルスライドアップ工法

CONSTRUCTION METHOD FOR ALL WEATHER : SLIDING UP METHOD OF EXTERNAL PANEL

佐々木照夫 —*1
松川正仁 —*2
山根一三 —*3
山本裕行 —*4
深沢和夫 —*5
菊池公男 —*6
藤井卓美 —*7

Teruo SASAKI
Tadahito MATSUKAWA
Kazumi YAMANE
Hiroyuki YAMAMOTO
Kazuo FUKAZAWA
Kimio KIKUCHI
Takumi FUJII

To increase holidays and improve working environment, construction methods not effected by bad weather are worthy of attention. In many of existing methods, it is usual for a workshop not to get wet that a temporary or a practical roof is constructed first, and lifted up or jacked up. In the method reported in this paper, external aluminum panel walls set to hide equipments on the roof are assembled on the ground and slid up as steel frames are constructed. These walls are also useful for workshop not to be disturbed by winds in addition to rain.

Keywords :

sliding up of external panel, costruction for all weather, site welding, falling rain, wind

キーワード :

外装パネルスライディングアップ, 全天候施工, 現場溶接, 降雨, 風

1 はじめに

従来から、天候の影響を受けずに建築工事を進める全天候施工法の確立は、安定した工期を確保することになり、建設業の完全週休2日制の実現や、3K（きつい・汚い・危険）職場環境の改善などに不可欠なこととして、業界の大きな課題となっていた。

本報告例以前に、各ゼネコンなどにより開発されていた全天候施工法の多くは、仮設または本設の屋根をつくり、それをリフトで上昇させたりジャッキで押し上げたりしながら、その中で工事をするというものであり、実施例では中高層以下の建物が多く、降雨対策が中心であった。

今回筆者らは、工期の安定確保、安全の先取り、作業環境の改善、作業所のイメージアップ、高品質化などを目的として、鉄骨造の高層建物に適用する全天候施工法の開発を行った。開発の骨子を以下に述べる。

一般に鉄骨は、通常3階分を1節として建てられ、柱継手の現場溶接、柱と大梁の仕口部分の現場溶接を終了して、次節の建方に入

る積層工法で実施される。これらの作業の内、鉄骨の建方が天候に左右されるのはやむをえないとしても、現場溶接が悪天候により実施できないとなると、鉄骨工事が遅れるだけでなく後工程の工期も順番に遅れることになる。したがって、先順位工事である現場溶接工事から全天候施工を可能にすることが、最も必要なことであると考えた。

また、現場溶接を阻害する天候としては、雨に加えて風（溶接部及び溶接工を風防装置により十分保護する必要があり、保護しない場合、溶接が可能となる風速の限界が定められている。）があるため、従来の全天候施工法が主としてこうじてきた降雨対策に、横降り雨対策や防風対策を加えて考えることとした。

考案した対策は、降雨に対しては「全天候用の屋根」、横降りの雨や風に対しては「全天候用の壁」を現場溶接前に作って、雨、風を遮断しようとしたものであり、その効果で天候の影響を受けずに内部で現場溶接工事が実施できるようにした。さらに、これらの「屋根」、「壁」は全天候用の特別な材料を使用するのではなく、本設材の「床」及び「外壁」を有効に活用することとした。

*1 (株)竹中工務店大阪本店設計部 構造課長
*2 (株)竹中工務店大阪本店設計部 構造課員
*3 (株)竹中工務店大阪本店設計部 構造課員
*4 (株)竹中工務店神戸支店作業所 作業所長

*5 (株)竹中工務店神戸支店作業所 工事課長

*6 (株)竹中工務店大阪本店作業所 工事課長
*7 (株)竹中工務店技術研究所 主任研究員

*1 Building Design Dept., Osaka Main Office, Takenaka Corporation.
*2 Building Design Dept., Osaka Main Office, Takenaka Corporation.
*3 Building Design Dept., Osaka Main Office, Takenaka Corporation.
*4 Construction Field Office, Kobe Regional Branch, Takenaka Corporation.
*5 Construction Field Office, Kobe Regional Branch, Takenaka Corporation.
*6 Construction Field Office, Osaka Main Office, Takenaka Corporation.
*7 Research & Development Institute, Takenaka Corporation.

図1 全天候施工法の工法手順

立てした後、鉄骨の積層に合わせてスライドアップさせることによって、節ごとに有効な「全天候用の壁」とした。

さらに、スライドアップした外装パネルを追いかけるようにして、高層基準階の外装アルミカーテンウォールを取り付けて、仕上工事及び設備工事が天候の影響なく早期に着手できることとした。

2 工法の手順

鉄骨の各節における工法手順を図1に示す。

3 工法のねらい

- ① 塔屋の外壁となる本設の外装パネルを、あるがままの姿で雨、風の遮断に利用した効率的な全天候施工法とする。
- ② 外装パネルが四方を囲むため、降雨だけではなく横からの雨や風も遮断することができる。
- ③ 雨や風によって作業が困難になる日は年間作業日数の内、約26%予想できた。この割合を低減して、施工工期の安定化・短縮化を図る。
- ④ 外装パネルの先組や、スライドアップなどによって工期短縮を図る。
- ⑤ 外壁の早期完成によって、作業環境を向上させ、安全性を高める。
- ⑥ 現場溶接工事の品質確保を容易にする。その後の工事にも余裕を持った品質管理を可能とする。

4 実施建物

実施対象は、神戸市に建設された超高層ビルの高層基準階部分(鉄

即ち、「全天候用の屋根」には、現場溶接以前に敷込まれることが可能な、鉄骨節の最上階のデッキプレートを用いることとした。このデッキプレートには止水及び排水対策を施した。「全天候用の壁」にはデザイン上で多用されている屋上設備目隠しの外装パネルを大型ユニット化して用いた。

この外装パネルは先行組

骨造)で、一辺 28.8 m の正方形の四隅を隅切りした平面形状をしている。用途は事務所である。

図2 基準階平面図

図3 断面図

写真1 施工状況

規模 : SRC, S, RC 構造
地下2階 地上26階
塔屋1階
高層基準階 7階～26階

延床面積: 28 223.5 m²

建物高さ: 軒高 106.8 m

最高高さ 112.5 m

基準階 : 階高 4.0 m

図2に基準階平面図、図3に断面図、写真1に実施状況を示す。以下の5～7には全天候施工法を構成した各工法の概要を示す。

5 外装パネルのスライドアップ

屋上設備の目隠し外壁のアルミパネルを、低層部の製作工場1面の大型ユニットとして先行組立てした。このパネルを高層基準階の最下階に建込み、鉄骨節の上昇に従ってスライドアップさせていった。最後に屋上部にセットしたが、あらかじめ仕上り状態で製作したため、高所での危険作業が大幅に減少した。また、従来のノックダウン方式による作業に比べて作業効率が向上した。

アルミパネルは、幅が約26 m、高さが約14 m、重さが約19 tであった。スライドアップの方式は、4か所に設けたガイドレールを、パネルの面内及び面外への位置決めのためとしながら、動滑車を組み込んだ4基のウィンチによって吊上げる方法とした。

4基のウィンチは連動装置を備えており、ロードセルによって吊上げ時に変動する4点の荷重値を検出して、吊方異常が発生していないかを確認した。

パネルの固定は、下地鉄骨から本躯体側に向かってはね出した鉄骨の腕木をボルトで止める方法としたが、この腕木がはね出した状態のままでは、パネルを引き上げた時、上階の躯体に当りスライドアップできないことが考えられたため、吊上げ時にはパネルに平行に腕木を収納する回転式腕木を考案した。

吊上げ開始から吊上げ完了(パネルの取りはずし及び取付け時間を含む。)までの平均所要時間は約1.5時間であった。図4にパネル

図4 パネル揚重計画図

図5 揚重装置概略図

揚重計画図、図5に揚重装置概略図を示す。

6 屋根面の止水及び排水対策

屋根面の止水では、現場溶接部に雨水を伝えないこと、また、種々の開口によって内部に雨水を入れないことを基本にした。

止水は本設床材のデッキプレートにより行ったが、漏水可能箇所を少しでも減らすため、長尺デッキプレートを用いてジョイント部を少なくした。ジョイント部では梁天端にデッキプレートを突付けて敷込んだ後、止水テープを貼って漏水を防いだ。なお、梁上のスタッドボルト打ちのため、デッキプレートを後で必要幅切断した。また、デッキプレートに平行な梁天端は露出しているため、かぶせデッキプレートをおき、止水テープを隣りのデッキプレートと合わせて貼ることによって雨水が梁上を伝わらないようにした。

屋根デッキプレート面に降った雨水は、建物外周部に設けた型枠兼用の金属板の排水溝を流れ、要所に設けたフレキシブルホースの仮樋で落下して、下階に設けた横引き配管で本設の縦樋に排水した。

柱・梁仕口部の柱廻りについては、デッキプレート受けのアンクル材にデッキプレート端部をのせ、その山部には面戸板を入れることにより小口を閉塞し、谷部には止水テープを貼って下部への漏水を防止した。また、次節との継手のため延びている柱から伝わってくる水や、仕口部回りに集まる水が、柱を下に伝わって行かないようにするため、アンクル材の柱との取付部にコーキングを施した。さらに、万が一、伝わった雨水を処理するため、直下階の柱高さの真ん中で、鉄骨柱に密着するように工夫した排水付きの受け枡を取

図6 屋根面の雨水処理方法

り付けた。

階段・エレベーターシャフト・タワークレーン開口、仮設開口などの縦穴開口は、デッキプレートの仮敷、シートもしくはパイプ構造のシート屋根で覆い、雨水をデッキプレート面に集約し内部に水を入れないようにした。図6に屋根面の雨水処理方法を示す。

7 アルミカーテンウォールの大型ユニット化

高層基準階の外装は、縦マリオン形式のアルミカーテンウォールであった。このカーテンウォールは一辺 25.6 m あったが、それを3分割した長さで大型ユニット化(最大ユニットで幅 8 m, 高さ 4 m, 重さ 1.35 t)した。組立ては低層部の屋上に設けた製作工場ガラスを組込んで行った。

組立て完了後の大型ユニットは、取付け階より上部の床面に据え付けたウインチによって吊上げた。ガイドは大型ユニットの両サイドに設けたワイヤーとした。また、大型ユニットを吊上げて位置決めに近い状態になった時、あるいは縦マリオンどうしのジョイントをする時には、非常にゆっくりとした動きが必要であったため、低速インバータによってウインチの巻上げ速度をコントロールする機能を付加した。

図7 ユニット吊上図

図8 揚重方法概略図

このような吊上げ方式を採用した場合、吊上げ位置（製作工場の位置）と取付け位置（外壁位置）が異なることがいつも課題になり、種々の工夫がなされていた。今回の工法においては、引込み式吊治具及びはね上げ式吊治具を採用して課題を解決した。

なお、ガラス組込み大型ユニット化の計画に先立ち、実物大試験体によって吊上げ試験を行った。この試験によってフレームの剛性に問題が無いこと、吊上げ治具が適切であること等を確認した。図7にユニット吊上げ図、図8に揚重方法概略図を示す。

8 実施結果

雨、風の遮断効果

① 雨水が現場溶接部に伝わったり、下階に漏水することはなく、屋根及び壁による雨の遮断効果があった。

② 外部風速が4.0～11.0 m/s あっても、内部風速は1.7～2.1 m/s と低減されており、壁による風の遮断効果があった。（平面の4隅は風通しネットとした。）

工期の安定確保

① 悪天候による作業不可能日が減少し、工期が短縮できた。

② 屋上外装パネルの先組により、超高層最上部での外装仕上工期が2.5か月短縮し、設備工事着手日を早め、試運転調整期間の確保ができた。

③ アルミカーテンウォールの大型ユニット化により、基準階のカーテンウォール施工日数が10日/1フロアから6日/1フロアに短縮された。

④ 外装パネル、アルミカーテンウォール等をユニット化し、ウィ

図9 鉄骨工事作業可能日数比率

ンチで揚重する計画としたため、タワークレーンでの仕上材、設備材の早期取込みが可能となり、実質的工期短縮となった。

安全の先取り

① 高所危険作業が大幅に減少した。

外装パネルのスライドアップ

アルミカーテンウォールの大型ユニット化

② 資材、溶接火花の飛散・落下防止が図れた。

③ 悪天候に起因する作業員の危険性が減少した。

作業環境の改善

作業員にアンケートを実施した結果、次の様な改善効果が得られた。

① 雨の日にぬれずに作業できた。

② 冬期であったため、風が防げて暖かった。

③ 資材及び機材がぬれずに済んだ。

④ 床が乾いていて作業しやすかった。

⑤ 危険度が減少した。

作業所のイメージアップ

一般通行人の方々に対して、当建設現場をどのように感じるかについてアンケートを実施した。外装パネル及びアルミカーテンウォールが早期に取り付いているため、きれいでイメージが良いと約半数の方が回答された。

図10 第三者アンケート結果

高品質化

① 雨、風の影響が殆どなくなり、鉄骨の現場溶接品質の確保が容易となった。

② 仕上工事に対しても強風による影響がなくなり、正確な墨出しが出来、品質の確保が図られた。

③ 設備工事の早期着手ができ、試運転、調整期間が十分確保されたため、安定した品質を供給することができた。

9 結 び

本設材を全天候用材として有効に活用し、超高層ビルの現場の作業実体に合わせた全天候施工法を開発・実施した。工期の余裕度が確保でき、安全性が格段に高まり、建設中の作業環境イメージが良好になるなどの結果が得られた。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、株式会社竹中工務店 三苦孝文、梶原誠二、岡田恒明、田中 聡の各氏の協力を得たことを感謝する。

参考文献

- 1) 建築技術 93.7 TECHNICAL View 及び全天候型屋根工法の事例-⑦
- 2) 日経アーキテクチャ 93.7 「現場報告 神戸朝日ビルディング」 [1995年6月30日原稿受理 1995年8月25日採用決定]