

### 33. カーテンウォール一括揚重システムの開発と実用化

大成建設㈱：\*平井 薫・西村 正宏  
坂本 成

#### 1. はじめに

近年、建物の外装材として計量のアルミ製カーテンウォールを用いることが多くなってきている。その外壁アルミ製カーテンウォールを取付ける際、次のような施工上の問題点が挙げられる。

- ・揚重する荷の重量が軽いにもかかわらず、1枚単位の揚重では、クレーンの昇降に多くの時間を要する。
- ・荷が軽いために風の影響を受けやすく、取付作業の困難な日、および作業不能日が多くなる。

つまり、揚重重量が軽い割には取付時間（揚重時間）を要し、また天候の影響を受けやすいということである。

これらの問題を解決するために、複数枚の外壁アルミ製カーテンウォールをまとめて揚重し、その揚重に要する時間を短縮すると共に、全体重量を大きくして風の影響を受けにくくする揚重システムを開発した。

本報告では、本システムに開発段階における要求機能の整理、システムの構築、さらに開発後の工事への適用状況、およびそのシステムの導入に伴う作業員の習熟性による作業能率の変化について述べる。



写真-1 本システム揚重状況

#### 2. 開発の経緯

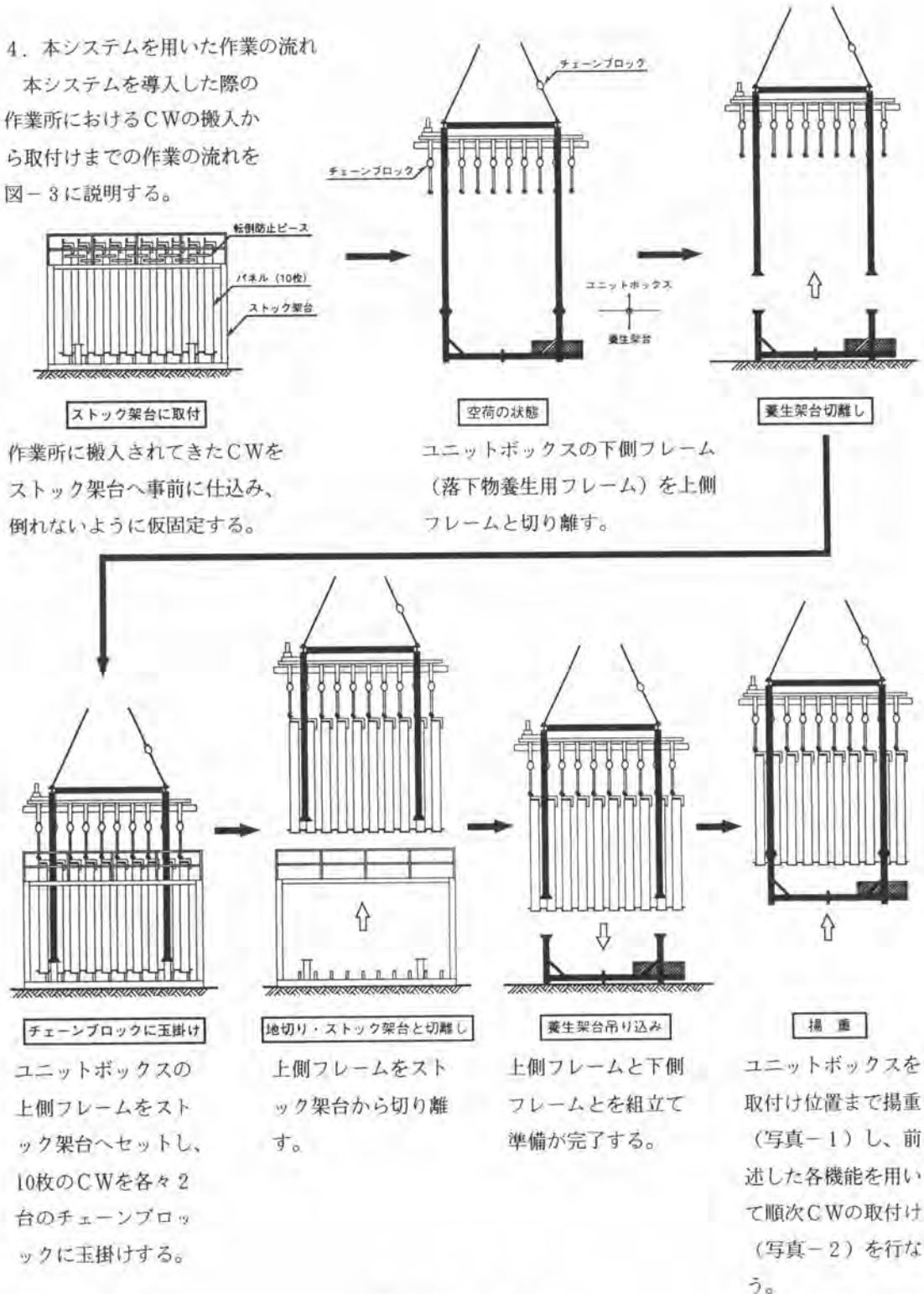
前述した外壁アルミ製カーテンウォール取付け時の問題に対処するため、平成3年度より、実際の工事への適用を前提としてシステムの開発を進めてきた。

適用対象の建物は、地上35階建ての事務所ビルで、外壁にはアルミ製カーテンウォールが用いられている。外壁アルミ製カーテンウォールはユニット化されており、6階から34階の基準階では、ほぼ同一の寸法・仕様のものが、1フロア当り38枚取付けられることになる。また、工事は、鉄骨造の積層工法で行なわれ、積層サイクル工程の中で外壁アルミ製カーテンウォールの取付工事はクオリティカルパスになっており、本システムの導入がサイクル工程の短縮に寄与することを第一の目的として、システムの開発を進めた。



#### 4. 本システムを用いた作業の流れ

本システムを導入した際の作業所におけるCWの搬入から取付けまでの作業の流れを図-3に説明する。



ストック架台に取付

作業所に搬入されてきたCWをストック架台へ事前に仕込み、倒れないように仮固定する。

空荷の状態

ユニットボックスの下側フレーム（落下物養生用フレーム）を上側フレームと切り離す。

養生架台切離し

チェーンブロックに玉掛け

ユニットボックスの上側フレームをストック架台へセットし、10枚のCWを各々2台のチェーンブロックに玉掛けする。

地切り・ストック架台と切離し

上側フレームをストック架台から切り離す。

養生架台吊り込み

上側フレームと下側フレームとを組立て準備が完了する。

揚重

ユニットボックスを取付け位置まで揚重（写真-1）し、前述した各機能を用いて順次CWの取付け（写真-2）を行なう。

図-3 作業の流れ

## 5. 工事への適用

本システムの工事への導入をスムーズに行なうために現場適用の前に、仮想躯体と実物のCWを用いた取付実験を実施した。この実験では工事のCW取付け作業を担当するアルミサッシメーカーの取付け作業員にシステムを実際に操作してもらい、問題点を抽出した。主な問題点の改善項目を下記に示す。

- ・ユニットボックスをクレーンフックに玉掛けする際の作業床をユニットボックス上部に設置。
- ・ユニットボックス上部へ昇るための昇降タラップ。
- ・上下位置調整のために使用する電動チェーンブロックの作動速度を遅くする。

以上の改善を加えた後、平成5年9月に、作業所へ搬入し、基準階のCW取付け工事に適用した。

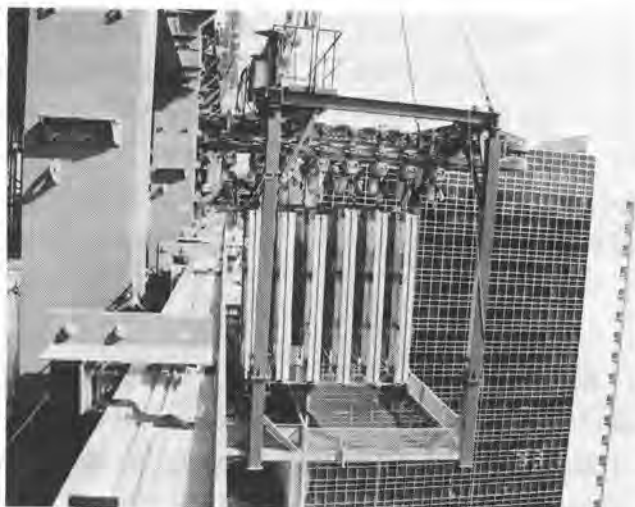


写真-2 CW取付け状況

### 5. 1 効果

工事への適用計画時における効果の予測と工事への適用した結果を以下に示す。

#### (1) 計画時における効果の予測

前述したとおり、本システムの基本コンセプトは「揚重時間の節約」、「サイクルタイムの短縮」であるので、ここでは、サイクルタイムの短縮に直接結びつくクレーンの拘束時間を対象に報告する。

CWを1枚ずつ揚重して取付ける在来の施工法（以下、在来工法と記す）によるサイクルタイムの算出にあたり、過去の同等規模の施工物件における実績（表-1中の外壁PC版平均取付所要時間）を参考に、在来工法の取付所要時間を各工事の平均値をとり、13分と見込んだ。（揚重時間を考慮したサイクルタイムは表-2で算出）

なお、在来工法と本システムを利用した工法とサイクルタイムの比較をするにあたっては、本システムがCWを10枚一括揚重するため、在来工法のサイクルタイムも10枚分を1サイクルとして比較する。

表-2に作業ごとの予測所要時間を示す。

表-1 過去の実績による取付所要時間

工種 運搬取付部材	（単位：分）						
	A工事	B工事	C工事	D工事	E工事	F工事	平均
鉄骨柱	11.2	23.2	17.5	24.1	20.0	23.3	19.9
鉄骨大梁	8.0	11.8	17.5	7.9	9.0	10.5	10.8
外壁PC版	10.0	16.0	12.1	10.0	15.0	13.2	12.7

表-2 フロー及び、  
サイクルタイムの比較

（単位：秒）

作業 フロー	時 間	
	在 来 工 法	本システムを利用 した工法
玉掛け	140	H 600
巻上げ	$\frac{H}{117} \times 60$	$\frac{H}{40} \times 60$
旋 回	30	30
起 伏	60	60
取 付	780	$600 \times 10$
起 伏	60	60
旋 回	30	30
巻下げ	$\frac{H}{130} \times 60$	$\frac{H}{70} \times 60$
回 数	$\times 10$	$\times 1$
合 計	$9.7 \times H + 11,000(\text{秒})$	$2.4 \times H + 6,780(\text{秒})$

Hは施工高さ（m）を示す。

表-2は施工高さ(H)に応じて変化する。10F以上の施工高さにおける、在来工法に対する本システムの効果(短縮率)を図-4に示す。また、5階毎(20.5m毎)に約0.5%の短縮率の向上が期待でき、超高層建築になるほど効果が上がることがわかる。

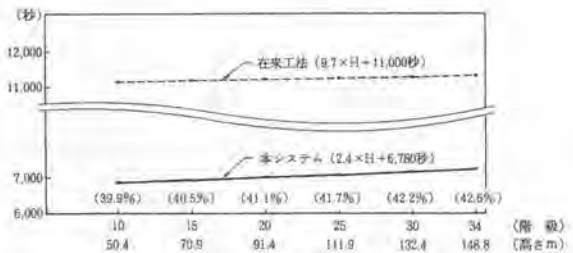


図-4 高さによる短縮率の変化

( )内は在来工法に対する短縮率を示す

## (2) 適用結果

本システムを採用した作業所のCW工事は、4社のサッシメーカーが施工しているが、ここでは同作業人数で施工を繰り返し、効果が定量的に把握できるデータを採用し、結果の整理を行なった。

表-3は23階で収集したデータに基づき、比較したものである。なお、在来工法のデータは本システムによる施工に先立ち、在来工法で取付けられる建物コーナー部のCWを対象に測定し、同じサイクルで10枚分繰返し施工したと仮定したものである。

表-3の実施データより、23階のCW取付サイクルタイムは在来工法と比べ45.6%短縮されていることがわかる。この短縮された時間はクレーンを使用する他の揚重作業(鉄筋、デッキ、H.T.B.、仮設資材、各種小物用コンテナ、溶接設備等の揚重作業)に充てることが可能になり、積層サイクル工程の短縮に貢献できるシステムといえる。

なお、本システムの場合、4章で述べた、作業所に搬入されたCWをストック架台へ事前に仕込む作業(3,080秒/セット)と揚重前の一連の作業(1,480秒/セット)が必要になるが、これらの作業は他のクレーン(移動式クレーン等)で行なえるので、積層サイクル工程を左右する主たるタワークレーンの拘束時間から除外した。

## (3) 工事の進捗に伴う作業性の向上

本システムを工事に導入した後、施工階数が高くなるに従って、どのような習熟効果が得られているのかに着目して、各施工階で収集したデータを整理する。

### ①取付時間単位での習熟について

施工階別に収集した取付時間のグラフを図-5に示す。なお、縦軸の時間は、同一施工班が10枚のCWの取付けに要した時間を示している。また、習熟効果を明確にするため、施工階を図中のように初期、中期、終期に区分し、各々の平均を算出し、習熟率を把握する。

図-5より、初期平均取付時間に比べ中期平均取付時間は31.6%の取付時間の短縮が達成された。これは、作業員が施工を重ねる毎に、作業の改善、慣れが生じてきた結果であり、習熟効果の表れである。

表-3 実施データにおけるサイクルタイムの比較

作業フロー	時間	
	在来工法	本システム
玉掛け	70	424
巻上げ	152	322
旋回		
起伏	347	2,964
取付		
起伏	157	236
旋回		
巻下げ		
回数	×10	×1
合計	7,260	3,946

数字は時間(秒)を表す

また、初期平均取付時間に比べた終期平均取付時間の短縮率は、中期を下回る20.9%という結果になった。これは高所による風の影響や上階の足場の影響等、中期には起こらなかった別の要因が付加されたと考えられる。従って、中期の時点で、システムの運用に十分に習熟したと判断できる。

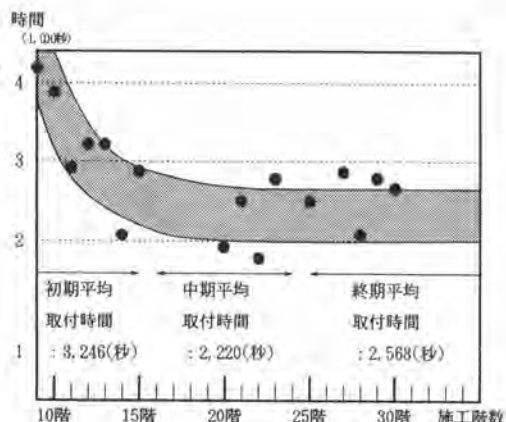


図-5 施工階数と取付け時間の関係

## ②各作業単位での習熟について

次に取付作業の中のどの作業時間が習熟によって短縮されているかを報告する。

図-6はCW1枚を取付けるための初期、中期の取付作業の流れと各作業に要する時間を示したものである。

図-6より初期(10階)においては、上下微調整と左右微調整の時間が全体の54%を占めていたが、中期(23階)における当該作業時間は全体の30%となっており、この作業が習熟効果により短縮されていることがわかる。また、仮固定、仮固定外しには習熟性は見られない。これは微調整をスムーズに行なうためにも時間をかけた結果といえる。

<初期(10階)>



<中期(23階)>

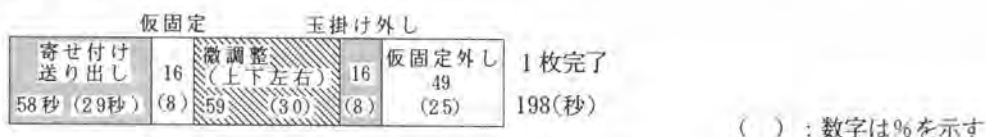


図-6 取付作業の流れ

## 6. まとめ

本システムの開発により、CW取付サイクルタイムの短縮が可能になり、積層サイクルの短縮に大きな波及効果をもたらすことになるだろう。また、全体重量が増したことによる風に対する安定性の向上、及び落下防止養生設備の装備による安全性の向上など、得られた効果は多かった。

現在、2件の作業所より適用検討依頼があり、1件は本システムを適用改良している。一方、CW搬入からCWの仕込み作業の合理的な方法を構築し、完成度の高いシステムとし、平成6年10月より現場導入する予定である。

今後も適用現場は増えると予想でき、そのためにも様々な寸法、重量のCWに適用できるようなシステムの開発を行なっていく所存である。

最後に、システム検討当初から協力して頂いた関係者の方々に感謝の意を表します。