

## 22. 外壁カーテンウォールの取付け方法

～オーバーハングした建物への適用～

大成建設(株)：\*西村 正宏, 森 正人  
嶋 規, 須藤 卓雄

### 1. はじめに

今世紀最大のビッグプロジェクトの1つである東京湾横断道路の川崎寄りに位置する川崎人工島は工事中はシールドマシン発進立坑として利用されたが、完成後にはトンネルの換気設備（換気塔）となる。

建設される換気塔は、2本の円柱を傾けて建て、各々の円柱を斜めに切断した形状をしており、その施工は非常に難度が高い。特に、円柱の側面を構成する円筒面の傾斜側では、その躯体は地上部で頂部よりも10m以上も内側へ入り込んでおり、通常のクレーン作業ではその部位の外壁パネルの取付けは不可能であった。この部位の外壁パネル取付けに当たっては、揚重時にパネルを案内するガイドレールをあらかじめ躯体鉄骨に仕込み、上階に設置したウインチにより、地上から躯体に沿わせて外壁パネルを取付け位置まで揚重する方式を採用した。この取付け方式を実現するため、鉄骨に仕込まれたレールに沿って昇降する枠、ウインチ、およびワイヤを案内するシーブなどから構成されるパネルの揚重システムを開発し、工事に適用した。

工事場所は海上のため常時強い風が吹いていたが、本方式は風の影響を受けにくく、安全に作業を進めることができた。

本報では、対象作業の概要を説明した後、システムの概要・本システムを構成する技術を紹介し、最後に工事への適用結果を報告する。



図一 川崎人工島換気塔 完成予想図

## 2. 対象作業の概要

### 2. 1 建物形状

建設される換気塔は図-2に示すように2棟あり、いずれも円柱を12°傾けて建て、斜めに切断した形状をしている。図において左側の塔を「小塔」、右側のものを「大塔」と呼んでいる。大塔、小塔とも外壁にはGRC板（Glassfiber Reinforced Concrete Panel）を取り付けた。

この際、問題となるのは小塔の円筒面の内、大塔側の半周の部分であり、最大15mのオーバーハングを生じており、通常のクレーン作業ではその取付けはほとんど不可能に近く、パネルの大きさ（約3.2m×5.0m）と、工事場所の周囲が海上であるという立地条件より、施工時の風による影響は非常に大きなものとなることが予想された。

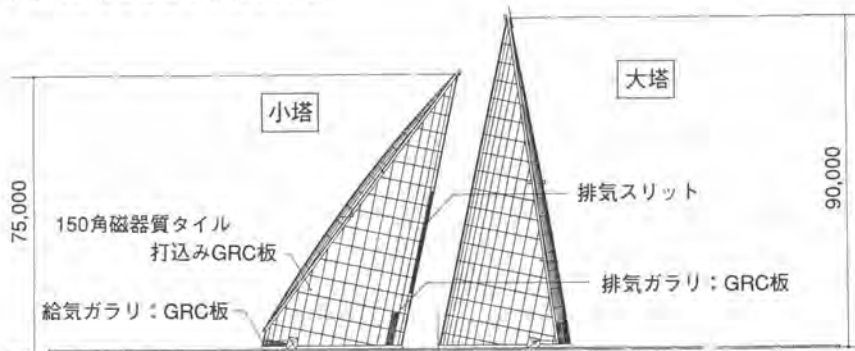


図-2 換気塔（立面図）

### 2. 2 外壁パネルの概要

小塔の円筒面に取り付ける外壁パネルの標準的なものは、図-3に示す形状をしており、□150の磁器質タイル打ち込みのGRC板となっている。裏面には補強のためのリブが構成されており、複雑な形状をしている。また、一部には排気スリットやガラリの付いたものがあり、多少形状が異なる。

GRC板の周囲の小口には、止水のためのガスケットが二重にセットされており、施工時にはこれを痛めないよう留意する必要がある。

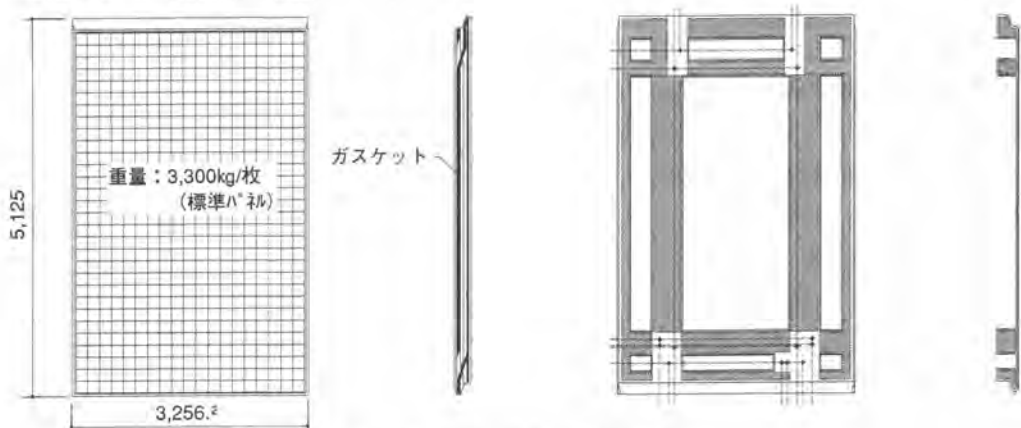


図-3 小塔円筒面 外壁パネル

### 3. システムの概要

システムの概念図を図-4に示す。システムは鉄骨に取り付けられたレールに沿って昇降する昇降枠、昇降枠を巻上げ・下げするウィンチ、およびワイヤを案内するシーブなどにより構成されている。以下に概要を記す。

- ・昇降枠と取り合うレールは、鉄骨ファブにおいて取り付けておく。
- ・P7Lにウィンチを設置する。各施工列へのワイヤの振り分けは、ウィンチの旋回とシーブの適宜配置により行なう。
- ・昇降枠へのパネルの固定は、パネルに打込まれたインサートにボルトを用いて行なう。
- ・地上における昇降枠へのパネルの取付けは、昇降枠に組込まれた反転機構を用い、移動式クレーンにより行なう。
- ・パネルは当該施工列の上方のものから順に取り付ける。
- ・パネルの揚重は、既設隣接パネルのガasket保護のため、50mm横にオフセットした位置で行なう。
- ・パネルの最終位置決めは、ウィンチによる微速昇降と昇降枠に組込まれたパネルの横スライド機構を用いて行なう。

パネルを揚重する昇降枠は図-5に示すものであり、上下左右4箇所のガイドローラでレールと噛合っている。パネルは揚重時には、8本のボルトにより昇降枠と接合されているが、上部6本のボルトを外すと、(面外方向ファスナーボルトをセットした後)横スライド機構によりパネルを横方向へ移動できる。また、昇降枠下端のパネル受け部は、水平位置から垂直位置まで反転(回転)できる機構となっている。この機構により、地上での昇降枠へのパネルの取付け作業をスムーズに、かつ安全に行なえる。

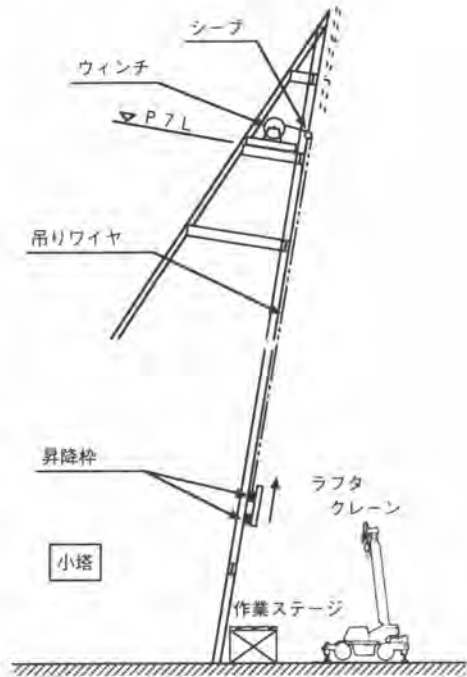


図-4 システム概念図

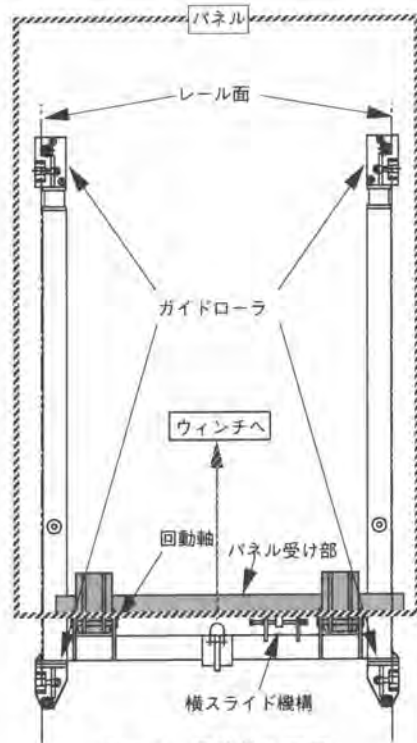


図-5 昇降枠の概要

#### 4. 本システムの構成技術

##### 4. 1 走行用レール、ガイドローラ

走行用のレールは躯体鉄骨の柱に溶接、およびボルトを用いて、あらかじめ鉄骨ファブにおいて取付けた。躯体鉄骨、走行用レール、昇降枠（ガイドローラ）、GRC板の取合い（平面図）を図-6に示す。ガイドローラは、面外方向については、内側のローラと外側の滑り板とでレールをはさむことによりパネルの位置を規制している。面内方向については、両側のレールの内側をサイドローラで押さえることにより位置規制をしている。

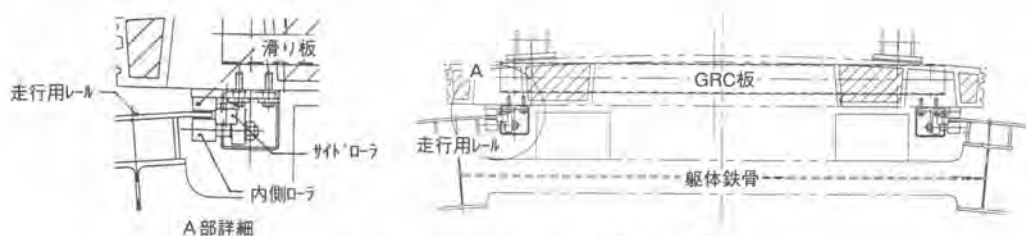


図-6 レール・ガイドローラの取合い

##### 4. 2 GRC板の昇降枠への取付け

GRC板は通常のPCa板などと同様に、施工場所の近傍までは水平の姿勢、つまり平（ひら）の状態です。クレーンなどにより運搬されてくる。昇降枠はあらかじめ施工列の走行用レールに組付けられているので、GRC板をその角度に合わせて、昇降枠と固定する必要があります。以下、その手順を説明する。移動式クレーンで水平に吊られてきたパネルの下端を、昇降枠下端のパネル受け部に差し込み、ボルトで固定する。（図-7(a)）その後、パネルの下側の玉掛けワイヤを外し、パネル上部をクレーンにより巻き上げる。（図-7(b)）この時、昇降枠下端のパネル受け部は回転自在になっているので、巻き上げ量に応じてパネルは建て起こされてくる。クレーンで巻き上げられる限界まできたら、躯体にセットしたチェンブロックをパネル上部に連結し、昇降枠の角度に合うまでさらに引き込む。GRC板と昇降枠との角度が一致すると、両者の面内方向の位置も一致しているので、GRC板のインサートを利用して、6本のボルトにより固定する。

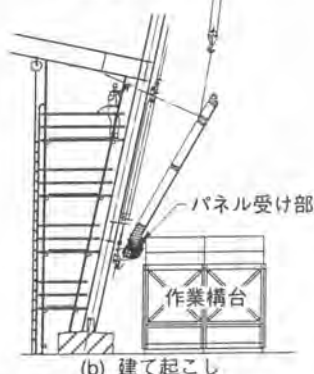
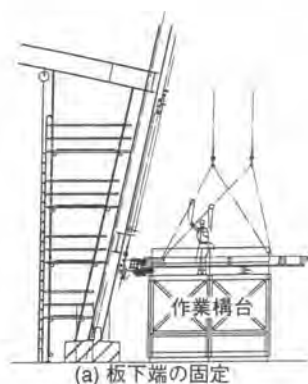


図-7 GRC板の建て起こし

#### 4. 3 GRC板の揚重と取付け

昇降枠にセットされたGRC板は、P7Lに設置したウィンチにより取付け位置まで揚重される。ウィンチはP7Lの仮設フロアのほぼ中央に設置されているので、各施工列へのウィンチワイヤの案内はウィンチの旋回と、図-8(a)に示す2種類のシーブを用いて行なう。吊り点シーブは当該施工列の最上部に取り付けられ、この吊り点シーブがP7Lよりも高い位置の場合にはウィンチから直接ワイヤを導入する。一方、吊り点シーブがP7Lよりも低い位置に取り付けられる場合には、ウィンチから出たワイヤを一度吊り点シーブよりも低いレベルまで下げ、そこから水平展開シーブにより吊り点シーブへ案内する。(図-8(b))

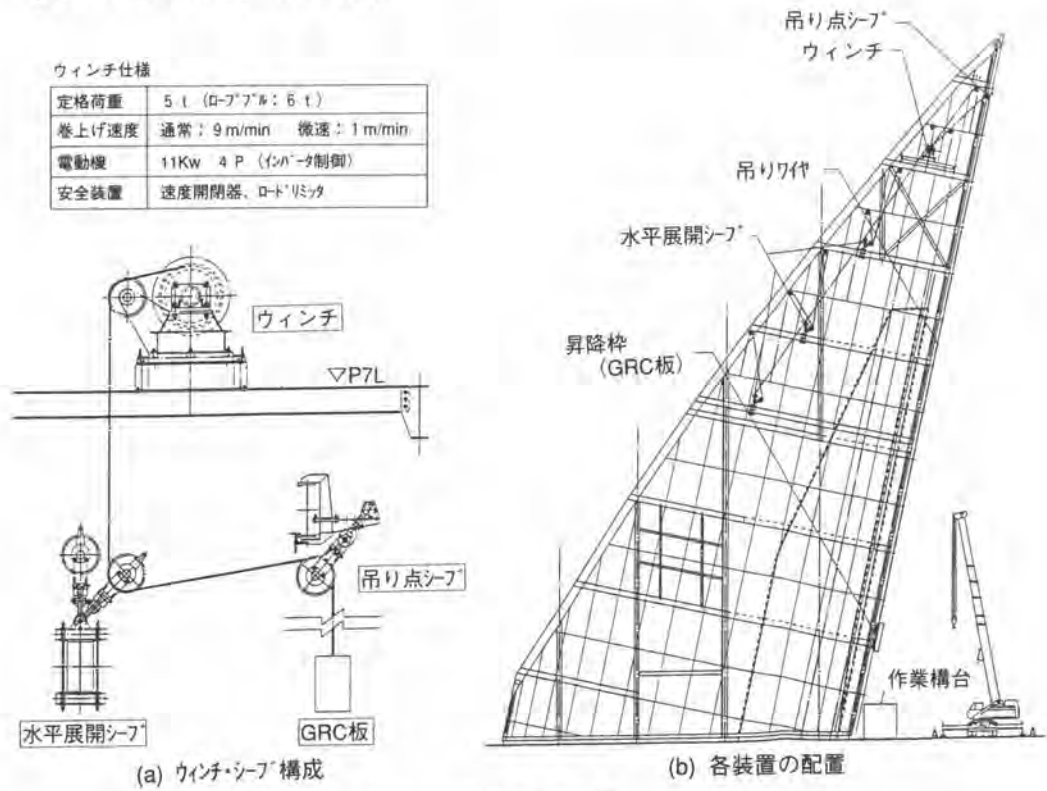


図-8 揚重装置の構成

取付け位置の近傍まで昇降枠を揚重したら、ウィンチの速度を微速に切り替え、レベルを合わせる。微速は1 m/min (1.7cm/sec) と、極めて低い速度に設定してあるので最終位置までの調整が可能である。その後の取付け手順を図-9に示す。レベルファスナーを取付け、パネルの面外方向を拘束するために面外ボルトをセットする。その後、昇降枠にパネルを固定している6本のボルトを外し、枠の横スライド機構を用いてパネルを正規の位置に横移動(約50mm)させる。荷重受けボルトをセットし、微調整ファスナーを固定した後、昇降枠からパネル荷重を解放し、枠を下降させる。

このように、パネルの位置決め・微調整・ファスナー固定までの作業を全て昇降枠上でおこなえるため、パネルの吊替えなどがなく、安全に作業を進めることができる。

## 5. 工事への適用結果

本システムを1997年2月に作業所へ搬入し、数回の取付け実験を行なった後、3月から7月までの約4ヵ月間にわたって「小塔」円筒面のオーバーハング部の施工に適用した。取付け枚数は、一般タイプのパネルが126枚、排気スリット付きのパネルが24枚の合計150枚であった。これは、小塔円筒面の53%に相当する。図-10に小塔円筒面の展開図と、本システムを用いて施工した範囲を示す。

作業に要した時間を見ると、施工開始当初には1枚のパネルを取付けるのに1時間以上掛かっていたが、熟練した後は30分程度のサイクルで取り付けることができた。

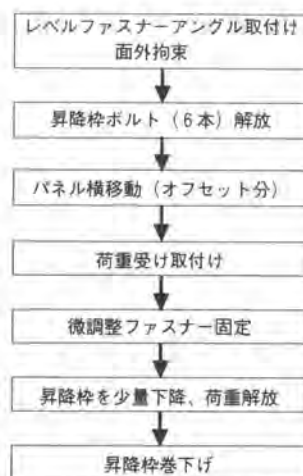


図-9 パネル取付け作業フロー

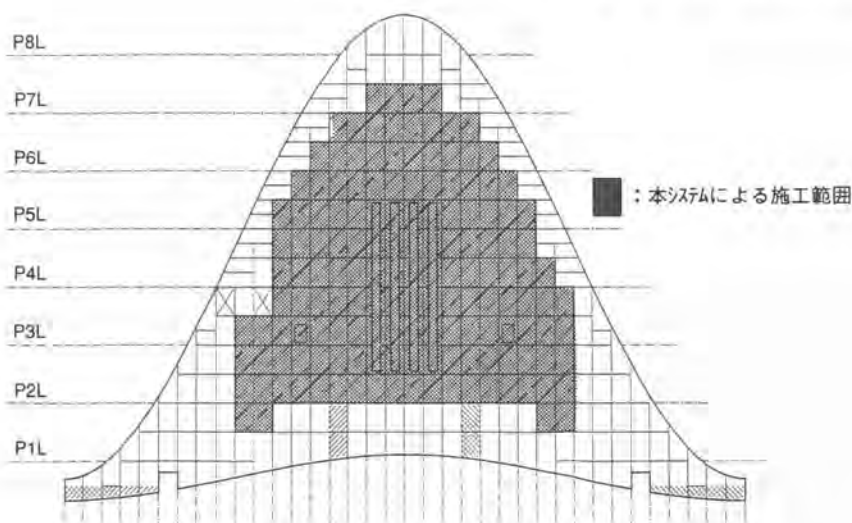


図-10 小塔円筒面展開図

## 6. おわりに

今回の工事では、総施工枚数が150枚とあまり多くないため、熟練の効果を発揮する機会が少なかったことが残念である。また、一施工列における取付け枚数は最大で11枚であり、ワイヤとシーブの盛替えが頻繁に発生する工事となった。ちなみに、施工列の盛替えには、平均して半日程度を要した。一施工列の取付け枚数をもっと多く、さらに総取付け枚数が多い場合には、より一層の効果が得られると予想される。また、本方式による施工は、風の影響を受けにくく、かつパネルの引き込みなどの危険作業が無いため、今回のような特殊な形状の建物においても、安全に作業を行なうことが可能である。