

アルミ型枠を使用したタイル先付け工法に関する施工報告

——熊本市産業文化会館——

関本 雅司* 野口 立幸**
名島 新晴***

要 約

建物の外装に用いられるタイル張りは、従来からモルタルを使用して張る工法が主流をなしていたが、剥離防止等の理由から現在では型枠にタイルを先付けしておき、コンクリートに直接打込む工法が急速に普及してきている。

今回、熊本市産業文化会館新築工事において、タイル先付け専用型枠として市販されている「パネラールTAF」を使用して外壁タイル張りを施工したので、その施工記録を報告する。

施工結果をみると、タイルの割れ、不揃いなどの補修部分はタイル張付け面積のわずか0.1%程度で、仕上り精度、接着強度など十分満足のいく結果が得られた。また、当現場のように大型パネルに組んで施工できる建物や型枠転用回数の多い場合にはコストダウンにもつながり、本工法のメリットが十分発揮されることが分った。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. 工事計画
- § 4. 使用材料
- § 5. 施工
- § 6. おわりに

§ 1. はじめに

建材の外装材の一つとしてタイルを用いることは古くから行われてきたが、その張付け方法は、時代とともに大きな変遷をとげている。

すなわち昭和39年以前は、ほとんどが通称ダンゴ張りと呼ばれる積上げ張り工法が一般的であったが、当工法は経験と高い技術を必要とするため、工事の需要に対処しきれない事態が生じ始め、積上げ張りに比較して高度な技術を要しない圧着張り工法が出現した。

しかし、圧着張り工法は、タイル張付けモルタルの品質、材料の管理などがおろそかにされ、タイルの剥離、

剥落といった事故が発生するにおよんでタイル張り工法のみなおしが図られるようになった。

現在ではタイル後張付け工法に加え、型枠にタイルを先付けしておき、コンクリートを打込むという先付け工法が急速に普及してきている。

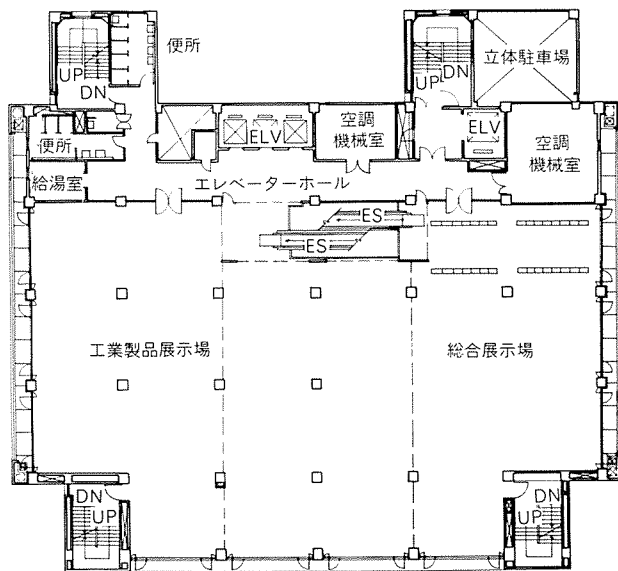
今回、熊本産業文化会館新築工事において、型枠材にアルミ型枠を使用し、タイル先付けを行ったのでその施工概要並びに実績について報告する。

§ 2. 工事概要

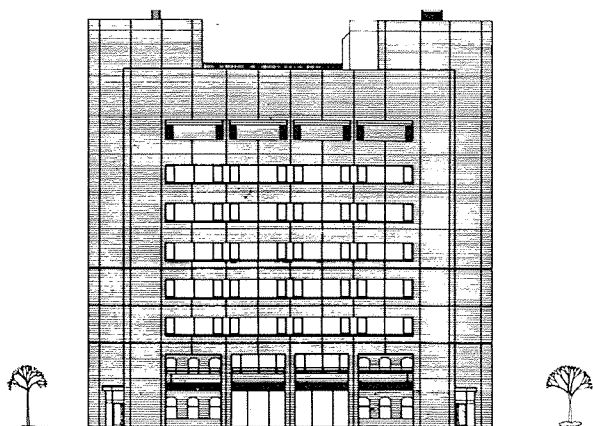
工事名称	熊本市産業文化会館新築工事
工事場所	熊本市花畑町7番10号
企業先	熊本市
設計・管理	三菱地所(株)福岡事務所
工期	昭和54年3月17日～昭和56年2月15日
構造規模	鉄骨鉄筋コンクリート造， 地下1階・地上8階・塔屋2階
建築面積	1,461㎡
延床面積	11,872㎡
用途	地下1階～地上2階 各種テナント用 3階～6階 各種研修室，会議室，展示場 7階，8階 劇場ホール

*九州(支)水俣(出)副所長
**九州(支)熊本建築(出)工事係長
***九州(支)熊本建築(出)

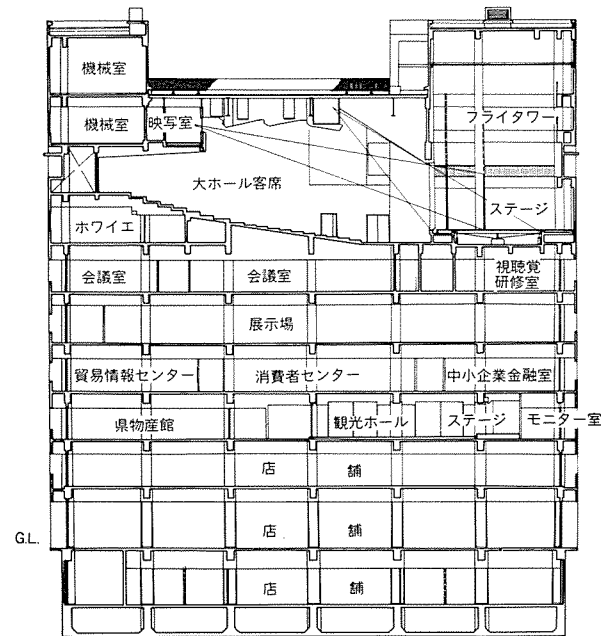
塔屋 2 階 機械室	
主要外装 仕 上	全面磁器 2 丁掛タイル張り、窓 1 階廻りステンレスサッシ、他はアルミサッシ
先付けタ イル面積	約 6,600m ²
使用タイル 及び寸法	岩尾磁器工業㈱製による磁器質 2 丁掛タイル（湿式製法）蟻足付、寸法 227×60×12 109.5×60×12
タイル施工	甲斐田タイル㈱
先付け部位	1 階南面および下り壁、2 階以上外壁全面
先付け工期	昭和 55 年 4 月～55 年 10 月
先付け用 型 枠	古河電気工業㈱製、 “パネラール T A F” 幅 207mm、276mm、 長さ 600mm～3,000mm
先付け用 目 地 材	栗山ゴム㈱製 専用ゴム目地



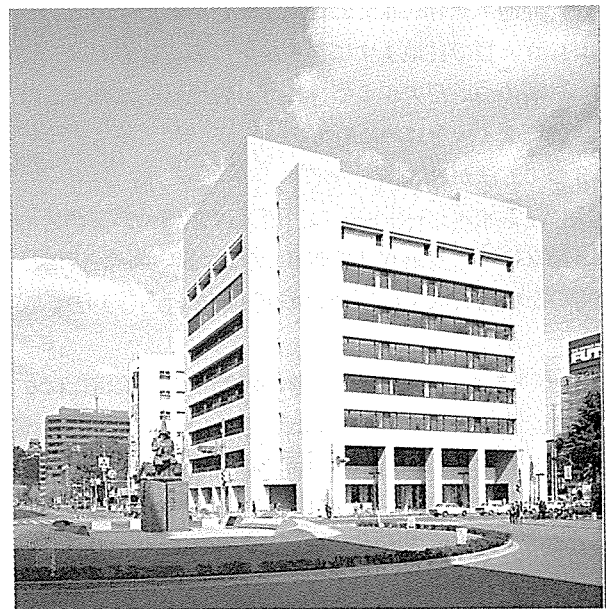
図－1 基準階平面図



図－2 外観図



図－3 断面図



写真－1 外 観

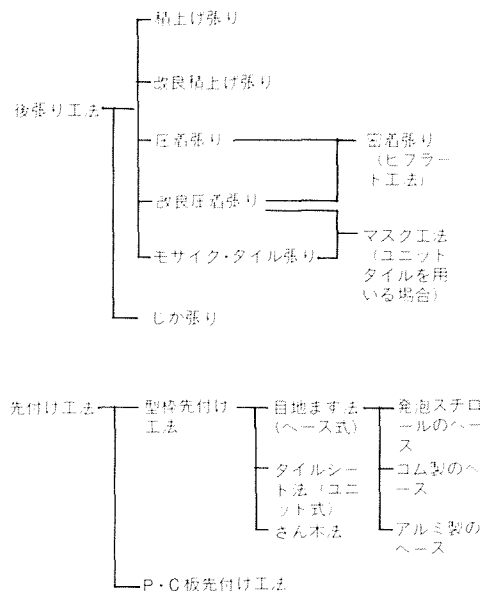
§ 3. 工事計画

タイル先付け工法は、タイルの種類、建物の規模・形状に応じてそれぞれに適した先付け工法が開発され、また、各工法の中でもいろいろな材料・方法に特長をもたせ実施されているのが現状である。

現在行われているタイル張りを分類すると表－1 のようになる。

型枠先付け工法のうち「目地ます工法」は、タイルとほ

表-1 外装タイル張りの種類



ほぼ同寸法の“ます目”にタイルをはめ込んでコンクリートを打込む工法で、

- イ) 発泡スチロール製の目地ますを用いたもの
- ロ) ゴム製の目地ますにタイルをはめこむもの
- ハ) 溝のついたアルミ型枠にゴム目地材をはめ、この間にタイルをはめこむもの

の3つの方法がある。

次に「タイルシート法」は、紙又はプラスチックフィルムがタイルに表張りしてあり、一枚のユニット状にしたものを型枠に取付けてコンクリートを打込む工法である。

また、「さん本法」は、大型タイル等に多く用いられるもので、型枠にさん木を取付け、それにタイルを引掛けて釘で仮止めしておき、コンクリートを打込む工法である。

3-1 タイル張り工法の選定

タイル張りを施工するに当たって第1に考慮したことは、この建物は人通りの多い道路に面しているため、タイルの剥離落下などを起さない信頼できる工法を採用することであった。そのためにはタイルの接着力強度が高い先付け工法が候補に上った。その他この建物の形状が割合シンプルで、かつ、タイル張りの対象となる外壁面も同一化した平面をもっているため、型枠の役物が比較的少なく済み、型枠の転用もスムーズに図れる状況であった。

一方、建設場所が熊本市の中心街に位置し、将来とも一つのモニュメントともなる建物であるため、美観上タイルの施工精度が要求されるなどの理由から種々検討し

た結果、タイル先付け専用型枠としてかなりの施工実績を持つアルミ型枠の“パネルールATF”（以後アルミ型枠と略す）を採用することにした。

このアルミ型枠の特徴は、先付け専用型枠としてリース形式（一部市販）をとっているが、その施工が割合容易でタイル取付けも職人の熟練度に左右されないこと、現場での難しいタイル目地割りが不必要なこと、仕上がりきれいなこと、型枠転用が平均60～70回まで可能なことなどの長所を備えている。

3-2 タイルの接着力試験

施工に先立ち、試験打込みによるタイルの接着力試験を行った。

試験はアルミ型枠による先付け工法の場合と、従来から行われてきた後張りによる改良圧着工法の場合について、タイル張り28日後の接着力試験を行った。

なお、試験に用いたタイルは本工事と同じ磁器質の2丁掛タイルとした。

試験結果を表-2に掲げる。

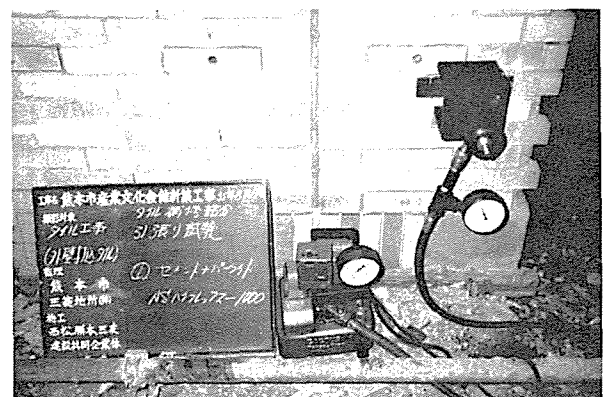


写真-2 打込タイル接着テスト

§ 4. 使用材料

4-1 アルミ型枠

アルミ型枠は、古河アルミ製の“パネルールTAF”を使用した。これは、在来アルミ型枠“パネルールL”に溝を設けたもので、その1枚の寸法は、幅が207mmと276mmの2種類があり、当現場ではこの2種類とも使用した。なお、207mm幅のものは2丁掛タイルが3枚セットでき、276mmは4枚用である。

アルミ型枠の定尺は、上記の幅に対し長さが600mm、900mm、1200mm、1800mm、2400mm、3000mmの6種類があり、これらを建物の階高、スパンにあわせてパネルの割付を行い、1枚の大型パネル（約13㎡/枚）を組んだ。大型パネルに組立てる際の治具類は、従来のアルミ型枠用のボルトまたはクリップを用いた。

表-2 タイル接着力試験結果

施 工 方 法	試験片	接着力 kgf/cm ²	破 断 個 所
アルミ型枠先付け工法	No. 1	7.48	タイル表面とアタッチメントの間
	No. 2	7.12	"
	No. 3	7.34	タイル裏面とコンクリートの間
改良圧着張り	No. 4	4.42	タイル裏面とモルタルの間
	No. 5	5.14	"

参考として「建築技術」78.3に掲載された各種工法の
接着力試験結果を掲げる。

タイル張り各種工法の接着力試験結果

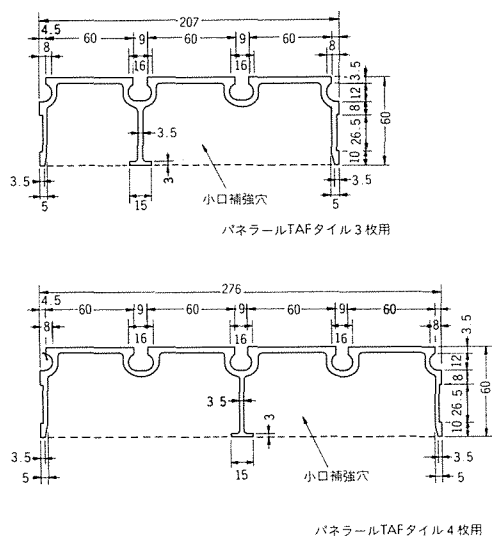
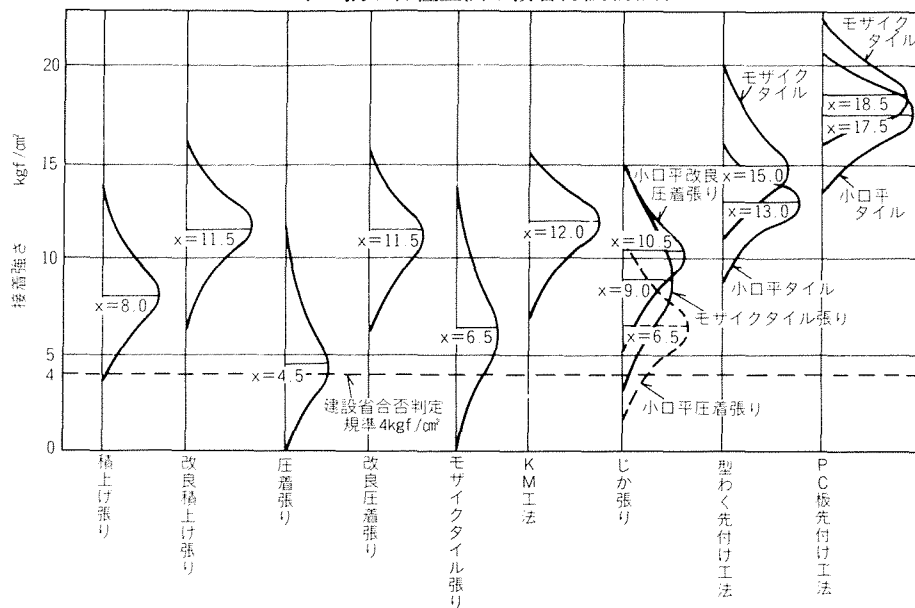


図-4 タイル打込専用型枠形状断面図

4-2 タイル

タイル裏面の周辺形状は、先付け工法の場合目地材とのかかり代が十分とれるものを選ばないと施工上支障が起る。

この周辺形状（タイル長辺方向のみ）は、タイル製造方法によって決まってくる。すなわち、湿式製法の場合にはタイルを長辺方向に押出しながら製造されるため、タイル裏面の蟻型はかなり正確にとれてゴム目地材とのかかりも十分な確保できる。一方、乾式製法の場合はプレスによって製造されるため、タイル裏面は台形状にせざるを得ないという製法上からの制約があり、目地材とのかかりが良い蟻型は製造不可能である。

よって先付け工法で施工するためには湿式製法のタイルを選ぶ必要があるが、これもタイル焼入れの際、この

表-3 アルミ専用型枠の仕様

種 類	単位重量 (kgf/ m)	1 枚当りの重量 (kgf)				基準目地幅
		1,200mm	1,800mm	2,400mm	3,000mm	
4 枚用 (巾276mm)	5.63	6.58	10.14	13.51	16.89	タイルの長辺方向 目地 9 mm 短辺方向自由
3 枚用 (巾207mm)	4.59	5.51	8.26	11.01	13.77	

蟻型が反ったり変形したりする欠点があり、施工に当たってはその誤差をどの程度まで許容するかが仕上りに大きく影響するため、現場としての重要な課題といえよう。

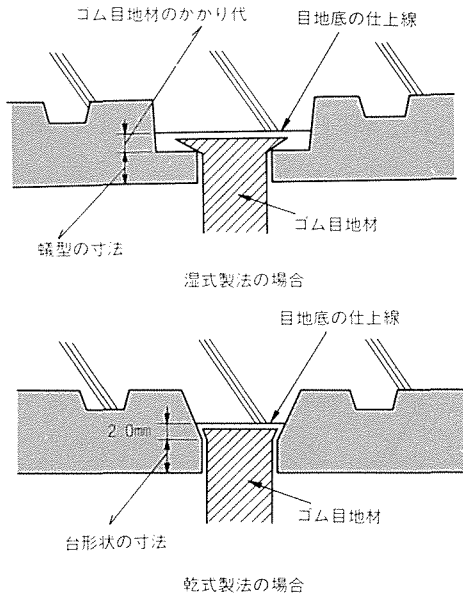


図-5 製造方法によるタイル断面の比較

4-3 目地材

タイルの長辺（横方向）に用いる目地材は、先付用のアルミ型枠に設けられた溝に合ったもので、その幅は9mmが標準となっている。

材質はタイルをはめ込んだとき、タイルの重みで目地材が蛇行するようなことがあってはならないので、ネオプレン系の硬質ゴムで作られている。

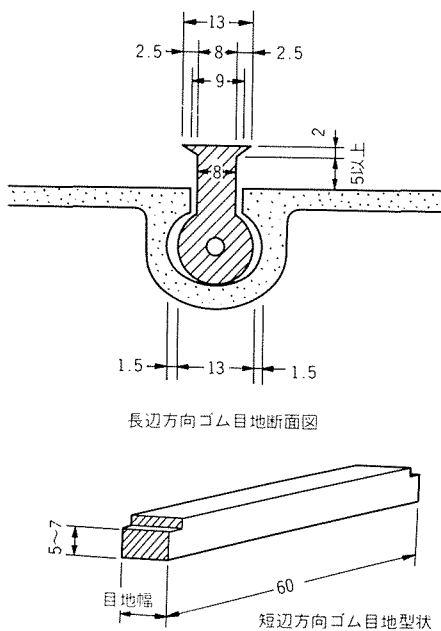


図-6 ゴム目地型状

また、タイル短辺（縦方向）に用いる目地材は、タイルの寸法に同じ長さ60mmの棒状のもので、その幅は目地幅によって選ぶ。

材質は長辺方向と同じ硬質ゴムであるが、タイルと同時にはめ込んでゆくため、作業がスムーズに行えるようゴムの硬度は下げている。

その他、外壁コンクリートの亀裂誘発目地として水平方向は各階コンクリート打継ぎ部に、垂直方向は約3mピッチに目地を設けたが、水平方向にはアルミ型枠に合わせた特注の硬質ゴム製とし、垂直方向は仕上り精度等を考えて木製の目地棒を採用した。

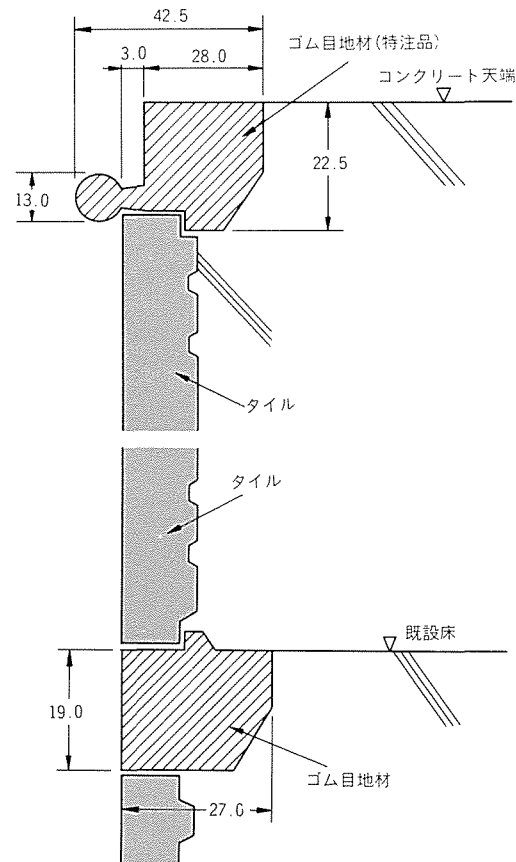


図-7 打継ぎ目地の納り例(水平目地)

§ 5. 施工

5-1 概要

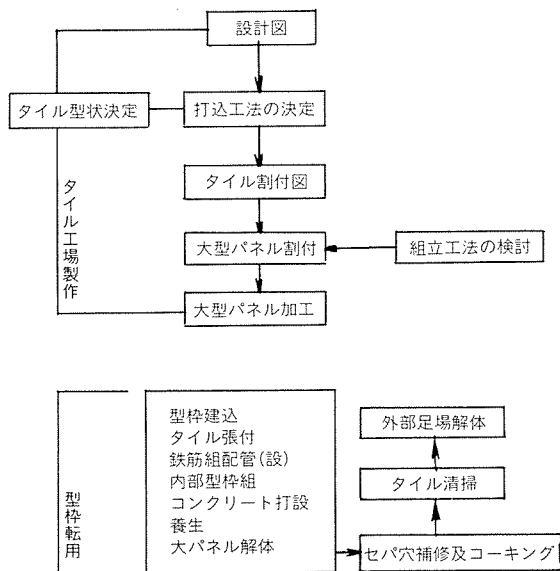
建物外壁面のタイル張りを先付け工法で施工する場合の作業の流れを表-4に掲げる。

当建物における外壁タイル張りの範囲は、建物四周地上より8階迄及び塔屋2階の全面にわたって行う。

タイル張りは、タイル先付け専用アルミ型枠を使用して施工する。このアルミ型枠は、重量約20kgf/m²のものでスチールフォームと同じように既成品化されたものを

いくつか組合せて大型パネルに組立てる。大型パネル1枚当りの大きさは約3m×4.3mで、端太材などを含んだ総重量は340kgf/枚になる。このパネルを建込んだ後、タイルやゴム目地等を取付け、鉄筋組、内部型枠を建込んでコンクリートを打設する。打設後約4日間の養生期間を置いて大型パネルごとに脱型し、順次上階へ転用する。すべてのタイル打込みが終了した後セパレーター部の穴うめ、タイル清掃を行う。

表-4 外壁タイル先付け工法のフロチャート



5-2 先付け工法のポイント

1) ゴム目地材

ゴム目地材の数量は、長辺用の場合は1階分で使用数量の10～15%増、短辺用の場合は1階分使用量の、1.5～2倍ぐらい準備しておかなければならない。これは型枠脱型時に長辺用ではコンクリート面に付着したままのものがあって転用に支障をきたすことがあるのでその分を見込んでおくこと、短辺用では脱型時に落下することが多くその回収に手間どることが多いためである。

また、短辺用のゴム目地は、タイルの製造寸法誤差を吸収するために基準の目地寸法のものの他に3種類ぐらい寸法の異なるものを準備する必要がある。この目地材は寸法の異なるものごとにスプレーを吹付けて色分けしておくとし、使うときに間違いがなくて便利である。

なお、長辺用の目地材は、大型パネルの長さに合わせたものを使用すると良い。

2) タイル割付け

設計図面に合わせて外壁の仕上り線を決めると、タイ

ル割付けがきれいに納まらないことがある。この場合タイル目地で調整するよりも、多少図面と寸法が前後するがコンクリートをふかして調整する方が仕上がりがきれいになる。

3) 大型パネルの組立て

アルミ型枠を大型パネルに組む場合、できるだけ長さ1,200～3,000mmの基本型を採用し、極力役物パネルが出ないような組合せが大切である。どうしても役物パネルが必要な場合は、長さ600mmのパネル（特注品）を採用すると組立てが楽である。

また、大型パネルの組立ては、パネルの面精度を確保し、毎回細かく解体することなく上階へ転用が図れるように堅固に組立てることが要求されるため、縦端太にはユニバーサルゲージを使うと良い。

大型パネルのスライドは、1t吊の電動チェーンブロックで十分である。建込みはスライドさせた大型パネルを外足場とスラブに敷板を渡した上に一旦仮置きしてから型枠建込みを行った方が作業性は良くなる。なお、パネルの脱型には油圧ジャックを使うと良い。

4) タイル取付け

タイルの取付けは必ずセパレーターが貫通する穴あきタイルを他に先がけて固定しておく。

5) 打設用コンクリート

先付け工法では、コンクリートの豆板やジャンカは絶対避けなければならない。そのためコンクリート打設に際しては、打設方法、バイブレーターのかけ方、職人の配置など事前に十分な検討が大切である。

さらに、コンクリートが廻りにくい窓台や楣にもタイル先付け工法を適用する場合には、コンクリートの流動性を良くする意味で高流動化剤の採用も検討すべきである。

当現場においてはコンクリートの廻りにくい部分があったため、高流動化剤（竹本油脂のハイフルード）を添加してみたが、懸念していた豆板やジャンカの発生もなく、思ったより施工性が良好であった。

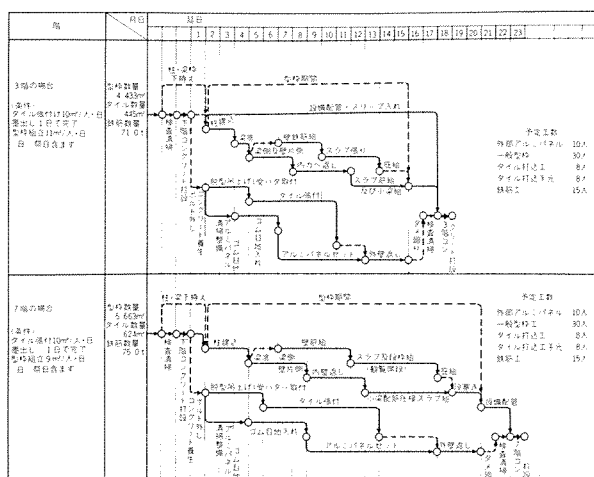
6) その他

セパレーターが貫通する穴あきタイルの穴埋処理は、タイルと色合せした色モルタルを充填すると仕上がりが良い。

また、サッシの同時打込みは、当現場でも検討してみたが、当建物の場合、外壁面よりかなり後退したところにサッシが取付けられるため断念した。しかし、今後十分検討する余地はあると考えられる。

5-3 標準工程

当現場におけるタイル先付け工法の標準工程を表-5に掲げる。



5-4 施工要領

当現場におけるタイル先付け工法の施工要領について、各工種に分けて施工順序、作業内容を以下に述べる。

1) タイル

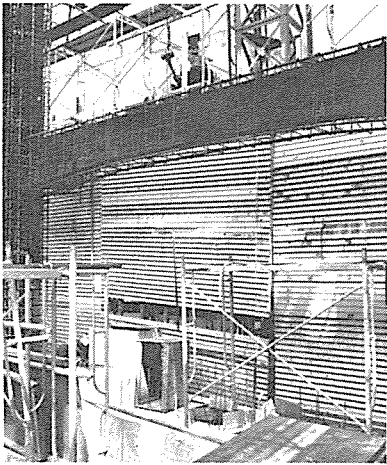
施工順序	作業内容
1. 墨出し	セパレーター割付墨よりタイル取付けに必要な墨出しをする。 
2. 横目地の取付け	必要な箇所への伸縮目地を設定する。垂直目地棒(木製)、役物タイル用受木の取付けを確認する。 横目地材は、コンクリートとの剥離を容易にするため、シリコン系エマルジョンを5倍程度に希釈した液にあらかじめ浸せきさせておき、パネル寸法に合わせて切断してアルミ型枠の溝に挿入し固定

写真-3 横目地の清掃及びパネルセット

3. タイルの取付け

● 一般部分

セパレーター部分の穴あきタイル・出隅・役物タイルの順に取付け、最後に平タイルを取付ける。

● 開口部およびパネルジョイント部分

柱・梁部を先行して取付け、パネルの本建込みおよび開口部枠取付け完了後、開口部廻りの役物タイル、パネルジョイント部分のタイルを取付ける。
タイル取付けには千枚通しを使う。なお、タイル表面には汚れをとりやすくするために澱粉質の糊を塗布しておく。



写真-5 タイル取付作業(穴明きタイル廻り)

4. 縦目地の取付け

縦目地は、横目地にそってタイルを取付け、配列してから目地幅に合った縦目地ゴムを取付ける。目地幅は原則として7mm～9mmとするが、タイル製品誤差を吸収するため、数種の目地幅をもったものを用意しておく。
この縦目地は、パネル脱型時に大半がタイル側に残るが、それらをひろいあつめて清掃し転用をはかる。なお、変形した目地材は使用しない。



写真-4 セパレーター割付加工

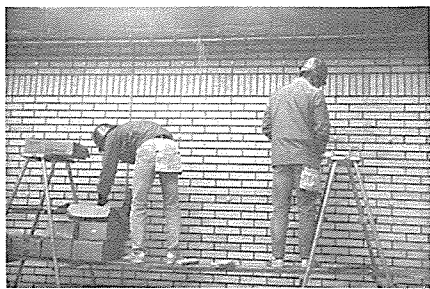


写真-6 ゴム目地取付け

5. 検査

タイル取付け完了後、目視で目地の通り精度や不良箇所を調整する。特に縦目地は通りが不揃いになるので注意を要する。

2) 型枠

施工順序	作業内容
1. 解体	下階の大型パネル解体及び面精度の調整を行う。
2. パネル受け敷端太の取付け	コンクリート打設が終了した下階の穴あきタイルの穴を利用して約900mm間隔でパネルキャッチャー取付用のボルトを埋込む。 パネルキャッチャー及びパネル受け用敷端太を取付ける。このときのレベル調整は±2.0mmの精度とする。
3. 揚重	大型パネルを次階の位置までスライドさせる。パネルのスライドは電動チェーンブロック(1t吊)を使用する。なお、当現場の大型パネルの自重は約340kgf/枚で、タイル等を取付けた場合の全重量は506kgf/枚であった。大型パネルの吊上げ用に、パネル上部のユニバーサルゲージに吊上げ用の補強金物を取付けておく。
4. 建込み	大型パネルを吊上げ、外足場にたてかけた状態で敷端太の上に一旦仮置きする。柱、梁廻りのタイルの作業性を考慮して先にはめ込んでおく。 墨出し位置に合わせて大型パネルをセットする。 穴あきタイルをセパ穴位置にはめ込み、Pコンを取付け本建込みを行う。Pコンを取付ける場合、タイルの割れ防止、セメントペーストの流出防止のために発泡ポリエチレン(エサフォーム)を介在させる。なお、Pコンは、穴あきタイルの

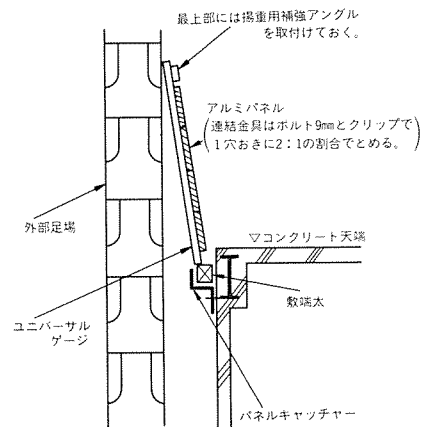


図-8 大型パネルの建込み

穴径(9φ)より大き目のものにしないと、穴あきタイルの押えがきかない。大型パネルの前後の倒れは±3mmの精度で行う。
建込みの際に、次の階で大型パネルを受けるためのキャッチャー用アンカーを忘れずに取付けておく。

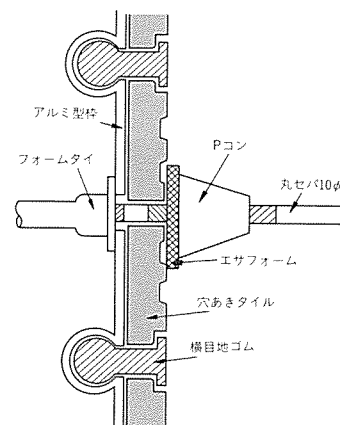


図-9 穴あきタイル廻りの納り

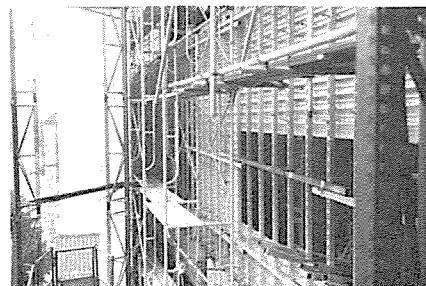


写真-7 型枠建込み完了(ユニバーサルゲージ使用)

	大型パネルの建込みが終了した後、パネルどうしを連結させる。
5. 内型枠建込み	一般部のタイルをはめ込み、壁筋の配筋完了後、セパレーターを取付け内型枠を建込む。セパレーターを叩き込んだりフォームタイを締め過ぎないように注意する。
6. 脱型	大型パネルの脱型はコンクリート打後4日目に行う。脱型時期を延ばすとなかなかとれにくく、作業性が悪くなるので脱型は1日で終了させる。なお、脱型前にはパネルの取付けボルトが十分外れているか必ず確認する。 脱型には油圧ジャッキ(5t)を使う。

3) 鉄筋

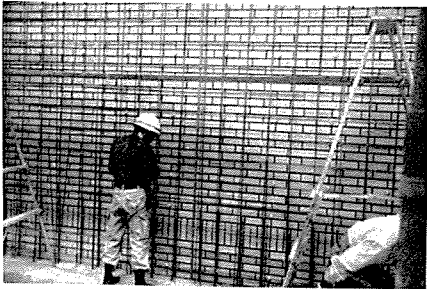
施工順序	作業内容
1. 柱筋・梁筋	鉄骨鉄筋コンクリート造では、柱、梁の鉄筋組立ては大型パネル建込みに先立って行う。
2. 壁筋	壁筋は、タイルセット完了後配筋する。配筋は台直しを行い、鉄筋をタイルに当てないようにして組む。また、鉄筋とセパレーターは結束してはならない。 
3. 窓廻り補強筋	窓廻りの補強筋などは、激しく入り組んでいることが多いので、コンクリートが十分廻るように注意して配筋する。

写真-8 タイル張完了後壁筋組立

4) 弋・土工

施工順序	作業内容
1. 外部足場	外部足場と外壁コンクリート面との間隔は、大型パネルのスライドを考慮して最低400mmは確保する。

2. コンクリート打設

先付けタイルの仕上りの良否はコンクリート打設に大きく影響されるので、打設時の管理には十分注意を払う必要がある。コンクリート打設時の注意事項を以下に列記する。

- 型枠の空たたきの禁止
コンクリート充填後、木槌を用いて丁寧になく。
- バイブレーター、突き棒などでは直接タイルをたたかない。
- 窓枠下端のコンクリートはよく充填されないことが多いので、型枠にのぞき窓を設けてよく確認しながら打設する。
- 生コンクリートの圧送管が型枠に直接触れないように注意する。
- ポンプ車の横移動は小さきみに行う。
柱、梁部を打設する時は、直接ホースをその部分にさしこまないで、ベニヤ等で一度コンクリートを受けてから流し込むようにする。タイルには絶対コンクリートを直接あてない。

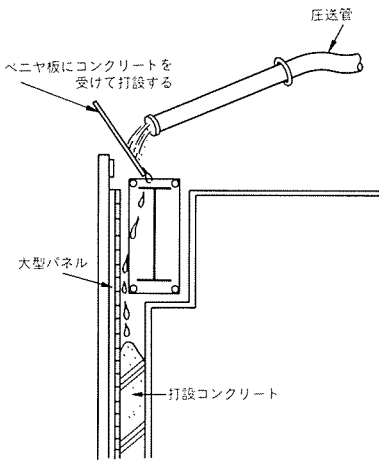


図-10 コンクリート打設方法

- コンクリート打設時にセメントペーストが下階のタイル表面に流れ付着した場合は、その都度水洗いを行って除去する。セメントペーストがタイルの目につまったまま放置すると除去しにくくなる。
なお、水洗時の注意としては、水洗いの污水が、さらに下階の清掃済のタイルへかからないように必ず養生しておく。

5) 安全上の注意事項

次のイ)～ニ)の作業を行う場合は、外部足場内での他業種の作業は禁止する。

イ) パネル組立て時

ロ) パネルスライド時

ハ) パネル補強金物取付け、取りはずし時

ニ) パネル脱型時

なお、イ)～ニ)の作業時には、下を確認しながら作業を進めること。

§ 6. おわりに

先付け専用アルミ型枠を使った外装タイルの先付け工法を施工するに当たって、事前に懸念された課題はほとんどどうにか解決され、所期の目的を得ることができた。しかし、先付け工法をRC造の建物に適用する場合、大型パネルの固定及びそのスライド方法をどう処理するか、また、サッシ先付け工法の問題点など今後検討を要する諸問題も残っている。

一方、当現場での先付けタイルの補修率は、全タイル面積(6,600㎡)の0.1%程度で、当初考えていたよりもはるかに少ない値であった。補修の内容は、タイルの脱落は皆無で、一部セパレーター部の割れや豆板などのコンクリート不良個所に伴う手直しであった。なお、豆板部分のタイルについて、接着強度を確認する意味で接着力試験を行ってみたが、建設省共通仕様書等では言われているタイルの必要接着強度(6 kg/cm²)は満足していた。しかし、このような個所のタイルは、後日雨水の浸入や発華現象の発生を考えると完全に斫り取り、あと張りで補修した。

また、アルミ型枠用のゴム目地材は、当初からこの現場限りで償却と考えていたが、メーカーの紹介で他の現場への転用が決まり、思わぬコストダウンが図れた。

我々も初めてアルミ型枠による先付けを施工してみたが、アルミ型枠の精度の良さが十分発揮され、外壁仕上げの良さに反映できたことは、本工法の大きな収穫と云えよう。

今後、小口タイル、2丁掛タイルのみならず、4丁掛タイルなどへも適用してみたいと思っている。

最後に本工法の実施に当り、企業先である熊本市役所建設局建築課の小森田参事をはじめ、設計事務所の三菱地所(株)福岡事務所の今隈主事、関係者各位の御協力で無事竣工できましたことを深く感謝する次第です。