

11. 全天候施工システム「アメニルーフ」の開発 (その2 現場適用例)

谷沢 晋 木村 建治
恩村 定幸

要 旨

前報にて、伸縮式支柱によって仮設屋根を上昇させる方式である全天候施工システム「アメニルーフ」について、その概要と施工実験結果を報告した。

本年3月から7月にかけて、本システムを実際の現場に適用施工した結果、降雨の影響を全く受けることなく工事を進捗させることができ、施工の生産性がかなり向上することがわかった。また、期待した以上に直射日光からの遮断効果は大きく、作業環境が大幅に改善されることもわかった。

本報告では、その施工記録と導入効果について述べる。

キーワード

アメニルーフ／全天候／仮設屋根／伸縮支柱／作業環境改善／作業能率向上

目 次

1. はじめに
2. 適用建物の概要
3. 事前検討
4. 施工記録
5. 作業環境の改善効果
6. ま と め
7. あとがき

11. DEVELOPMENT OF THE “AMENI-ROOF” SYSTEM ENABLING CONSTRUCTION WORK IN ALL WEATHERS (Part 2 , On Site Application Trial)

Susumu Tanizawa Kenji Kimura
Sadayuki Onmura

Abstract

The previous report described the test operation of the “Ameni-Roof” system that provides a temporary cover that can be raised or lowered by telescopic supports to provide weather protection for the workplace.

By carrying out an on site application trial from March through July this year, it was found that because of the protection provided by the system, work could continue even during rain, leading to a considerable increase in productivity. It was also found that the system gave an even greater protection from direct sunlight than was initially anticipated, resulting in an overall improvement of the working environment.

In this report is given an account of the construction work and the effects of the introduction of the “Ameni-Roof” system.

1. はじめに

前報で報告したとおり、昨年7月、作業現場を仮設の屋根で覆い、降雨や降雪の影響を受けずに建設工事が行える全天候施工システム「アメニルーフ」を開発した。本システムは、既に発表されている他社のシステムと異なり、油圧装置によって支柱を伸縮させ、仮設屋根を上昇させられるものである。

本報では、本年3月から7月にかけて、大阪市内の現場に本システムを適用した結果検証できた施工性と導入効果について報告する。

2. 工事概要

適用現場の工事概要を以下に示す。(図-1 参照)

工事名称：(仮称) 榊井マンション新築工事

所在地：大阪市

構造：鉄筋コンクリート造

規模：地上6階、塔屋1階

建築面積=335㎡、延床面積=1,600㎡

高さ：最高高さ=21.6m

建物用途：集合住宅

工期：平成6年1月1日～9月25日

アメニルーフ：屋根架設面積=470㎡

屋根最高高さ=23.8m

適用期間=3月1日～7月31日

(基礎工事～地上躯体完了まで)

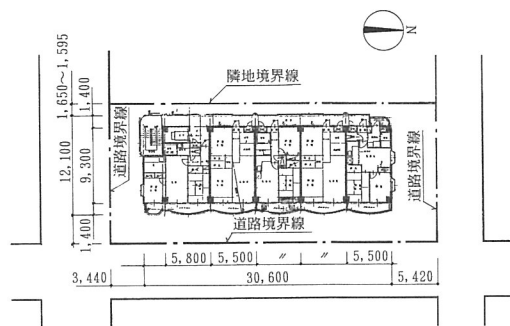
3. 事前検討

上記建物に「アメニルーフ」を適用するに当たり、以下にあげる事項について事前検討を行い、機材の追加製作と一部改造を行った。

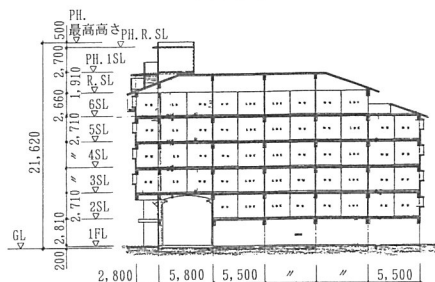
3.1 支柱基礎

図-1の平面図でわかるように、建物から西側の敷地境界線までは1.6m程度の余裕しかなく、また地盤が軟弱なこともあり、支柱の基礎コンクリートの下に4本の支持杭を打設し、支柱にかかる重量を支持させることとした。その上に支柱断面とほぼ同じ大きさのベースマットを設置し、基礎コンクリートと支柱とを緊結した。

図-2にその基礎廻りの詳細を示す。

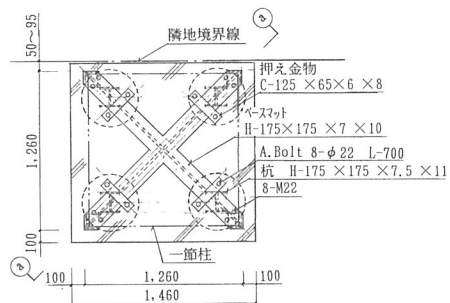


(平面図)

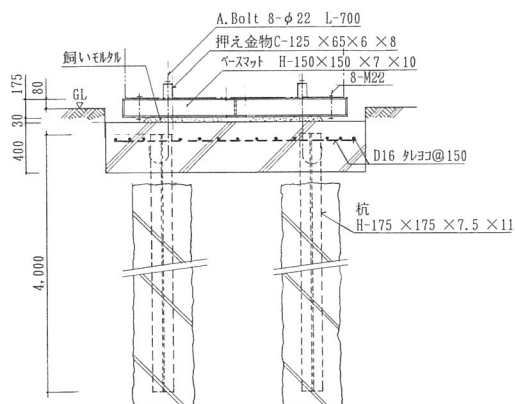


(断面図)

図-1 適用建物概要図



(平面図)



(a-a 断面図)

図-2 支柱基礎詳細図

3.2 支柱の間隔

建物周囲の敷地に余裕がなかったが、建物全域を仮設屋根で覆い、外壁仕上げ工事にも適用できるだけのスパンを確保するため、西側の支柱は敷地一杯に配置した。また、桁行方向は、支柱解体後の歯抜け部分に外部枠組足場を復旧できる寸法とした。その結果、大きさは、間口スパン14.4m、桁行スパン14.63m×2スパンとなった。

図-3に支柱を配置した位置を示す。

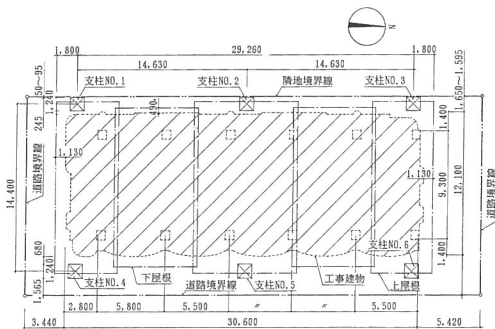


図-3 アメニールフ配置図

3.3 建方、地組み、架設方法

敷地に余裕がないことおよび周辺路上から作業が行えないことを考慮し、支柱の建方および屋根・桁梁の地組み、架設は以下の方法により行うこととした。

- ・支柱建方は、内蔵する柱全体を一体吊りして行う
- ・桁梁は、通りごとに全体を地組みし、一体吊りして架設する
- ・屋根は、2枚ずつ地組みしてから架設する

図-4に地組み計画の一例を示す。

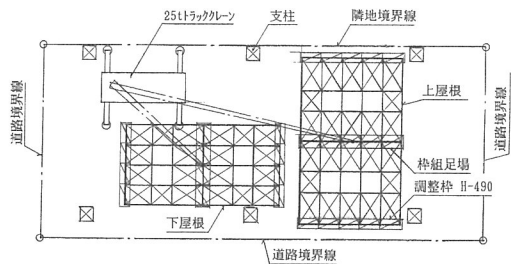
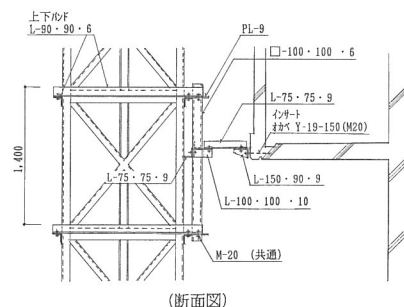
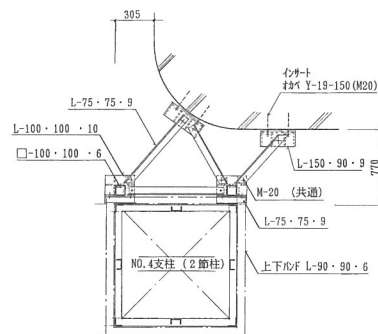


図-4 地組み計画平面図

3.4 壁つなぎ材の形状とクライミングの方法

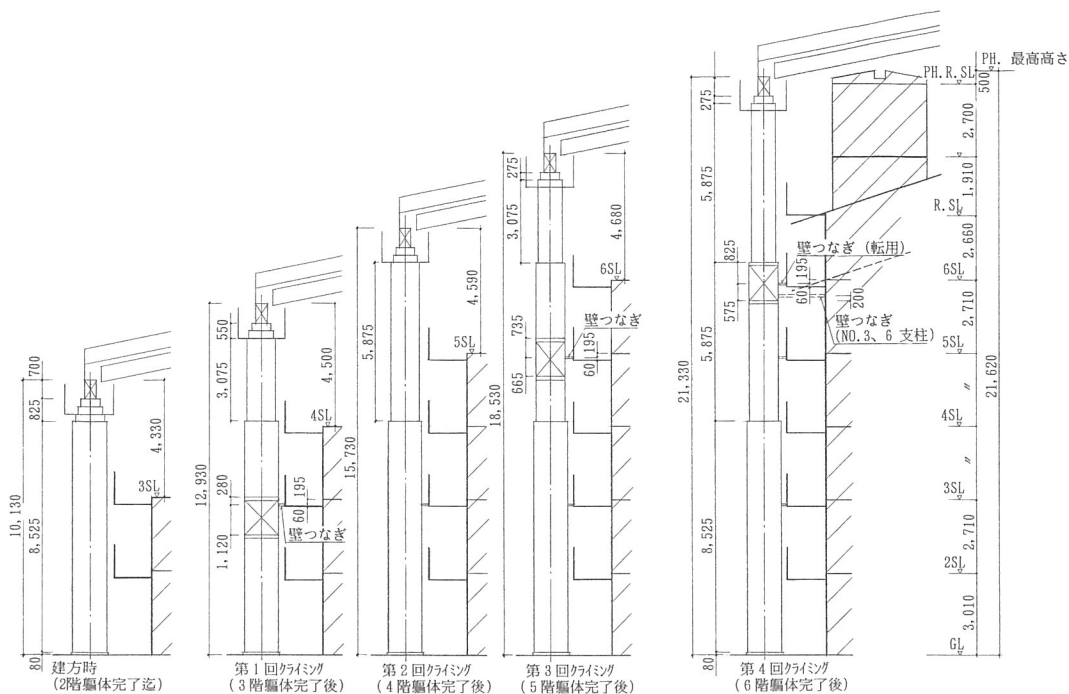
建物の支柱に面する外壁は、それぞれ異なった寸法の曲面をしているため、壁つなぎ材の形状および寸法の統一することは困難であったが、共通部材を多くするなど、施工性ができるだけよいように考慮した。図-5にその一例を示す。

また、支柱のクライミングは、現場の定置式タワークレーンの自立高さ及躯体床スラブの位置を考慮して、図-6に示す位置で行うことにした。



(断面図)

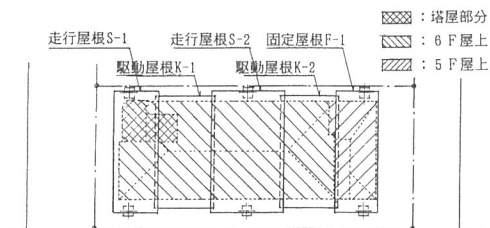
図-5 壁つなぎ詳細図



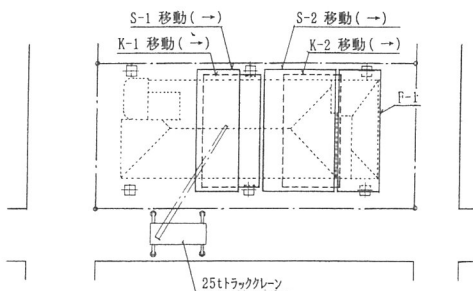
図－6 クライミング計画図

3.5 解体方法

建物周辺の敷地に余裕がないため、屋根は屋上で解体する。しかし、屋上が入り母屋形式の勾配屋根のため、施工の安全性および作業能率の向上を考え、屋根を屋上近くまで下降させてから解体する。なお、屋上には塔屋があり、このままでは下降できないので、塔屋に当たる屋根を塔屋のない位置まで移動させてから下降させる（図－7～11参照）。



図－7 アメニーフ屋根伏図



図－8 S－1、K－1 屋根移動

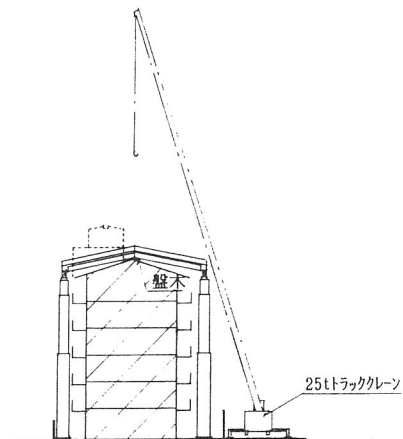


図-9 屋根下降・解体

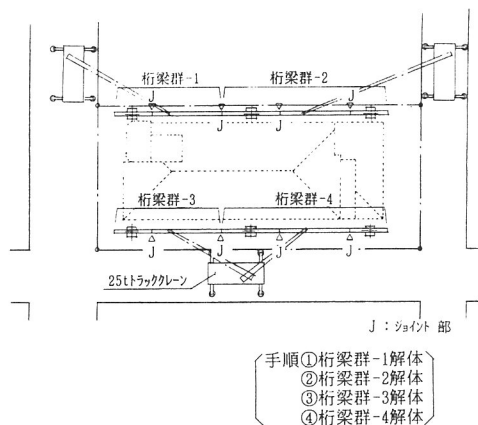


図-12 桁梁解体

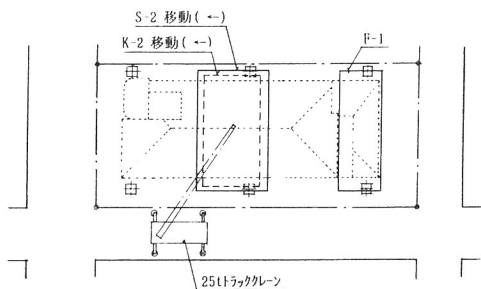


図-10 S-2、K-2 屋根移動

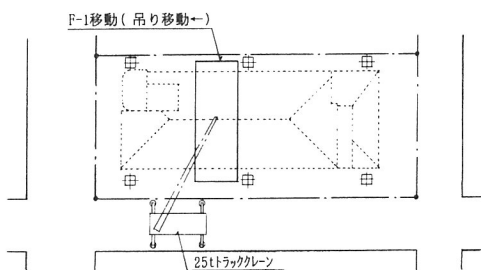


図-11 F-1 屋根移動

先に述べたように、場内に解体用のクレーンを設置するだけの余裕がないため、解体材の荷卸しは、敷地周辺の路上に揚重機を設置して行う。桁梁の解体については、道路の交通事情を考慮して、作業の迅速化を図るため、図-12に示すように桁材2～3ピースを接続したままで行う。

支柱の解体は、原則として一体吊りで行う（支柱1基の総重量は約6.2t）。しかし、揚重機から離れているものについては、大きな重機を使用しなくても解体できるように、内蔵している柱を4節の柱から順番に一体ずつ引き抜き、解体することとした（図-13参照）。

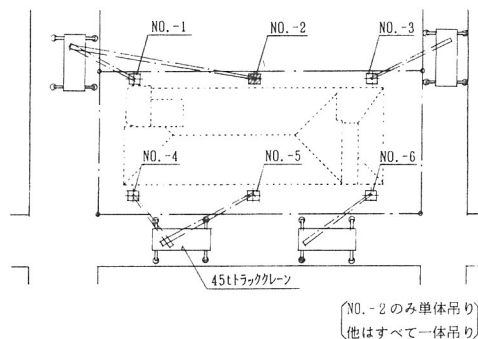


図-13 支柱解体

4. 施工記録

4.1 実施工程

表-1に当現場における実施工程を示す。

4.2 施工性および歩掛りデータ

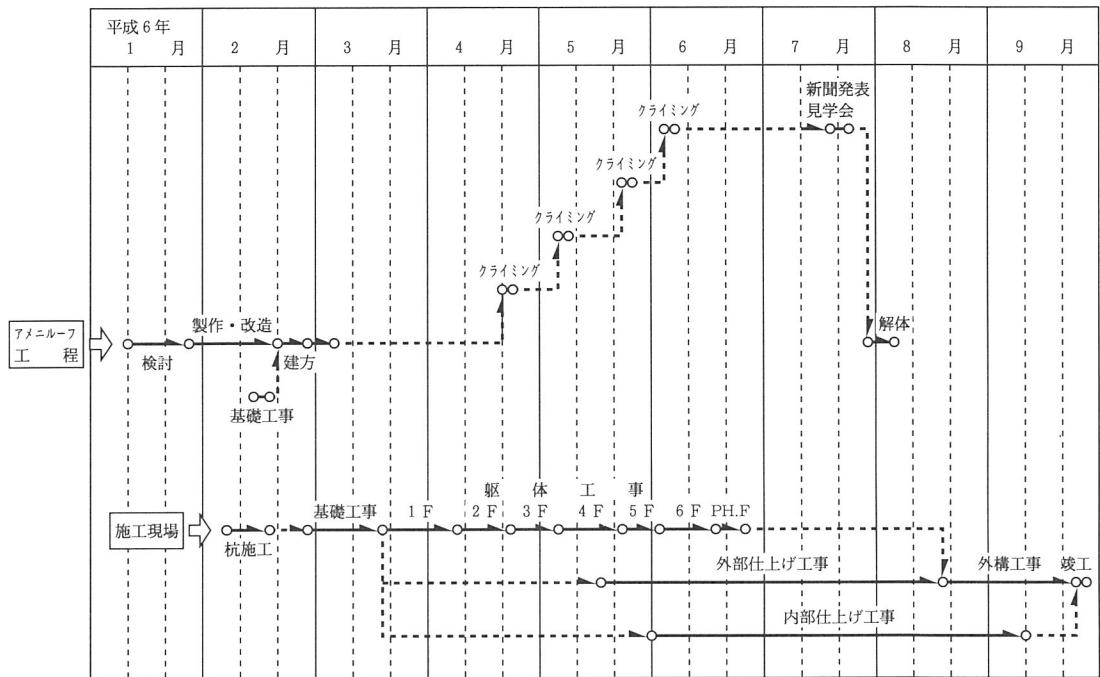
(1) 施工性

以下、本システムを当現場に適用した結果、判明した施工性および留意点等について述べる。

①支柱建方

支柱の垂直精度が $\pm 4 \text{ mm}$ 以内になるように支柱建方を行うこととしたため、あらかじめ準備しておいた厚さ $0.1 \sim 0.4 \text{ mm}$ のライナープレートをベースマットの4隅天端に張り付け、その天端レベルの誤差が $\pm 0.5 \text{ mm}$ 以内になるように建方を行った。その結果、支柱建方の垂直精度は $\pm 3 \text{ mm}$ 以内に納まり、桁梁および屋根の架設を容易に行うことができた。

表－１ 「アメニールーフ」適用実施工程表



②桁梁、屋根の地組み・架設

桁梁は、通りごとに全体を地組み（約34m）してから架設したため、その施工性については別段問題はなかった。

屋根は、事前検討の項で述べたように、2枚ずつを地組みしてから架設するという方法をとったため、作業工程にやや手間取ってしまった。敷地が広ければ作業日数は大幅に短縮できると考える。屋根を地組みするとき、対角方向にワイヤーロープを張り、それを同一長さにすることで直角精度を出そうとしたが、ロープに伸びが生じ、予想した以上にその作業は困難を極めた。ワイヤーロープの代わりにターンバックル付きタイバーを用いればその問題は解消できると考える。

③屋根のクライミング

クライミングは4回行ったが、受梁・受端太の伸縮、油圧装置の操作等の作業について特に大きな問題は生じなかった。

ただし、内蔵している各柱を固定している上部固定ブラケットの取り外しと復旧作業は、作業床を作っていなかったため相当困難を極めた。簡易な可動吊り足場（日綜産業製「トビック」等）の使用を考慮する必要がある。

④屋根および支柱の解体

当初、アメニールーフの解体は、屋上防水工事が完了してから行う予定であったが、外構工事との兼ね合いもあり、防水工事を施工する前に行った。

既に述べたように、屋根は入り母屋形式の勾配屋根であり、その上での作業であったため、屋根の解体には若干手間取ったが、施工性については特に問題はなかった。

支柱の解体は、支柱を揚重機で吊りながら下降させ、一体化してから行った。その下降作業は、油圧操作によって行うよりも容易にしかも迅速に行うことができた。また、揚重機からの距離が遠かった1基の支柱だけは、4節柱から1節柱の順に単体吊りして解体したが、その施工はスムーズに短時間で行うことができ、現場が狭くても容易に解体が行えることが証明された。

写真1～12に、支柱建方から解体までの一連の施工状況を示す。

(2) 歩掛りデータ

表－2に、主要作業の施工歩掛りデータを示す。

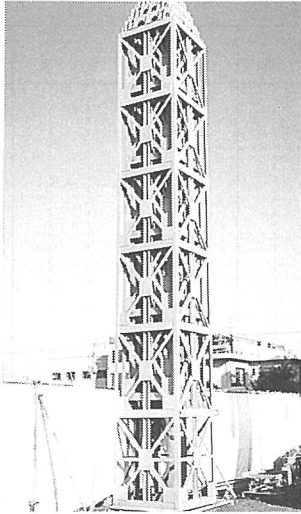


写真-1 支柱建方

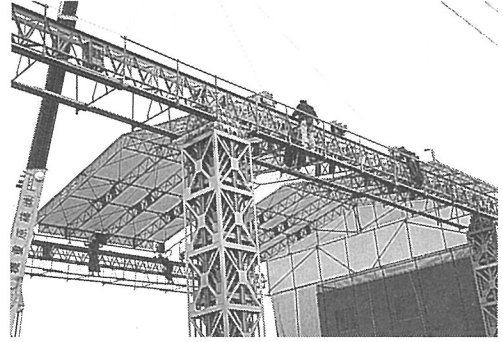


写真-4 屋根架設

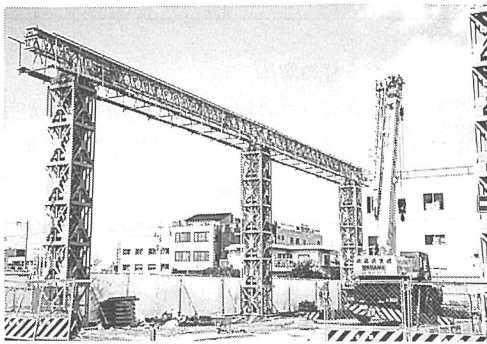


写真-2 桁梁架設

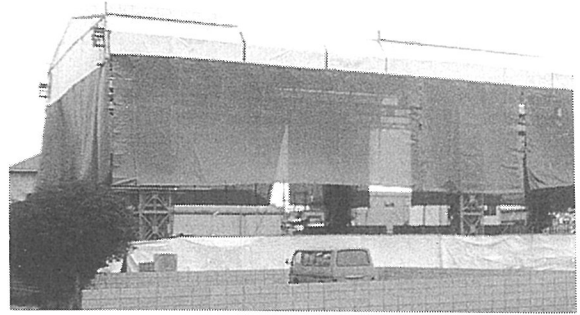


写真-5 建方完了（外観）

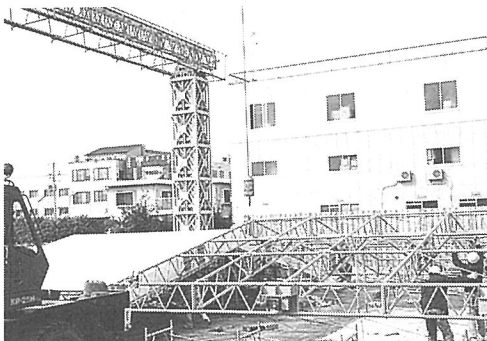


写真-3 屋根地組み



写真-6 本工事（基礎掘削）

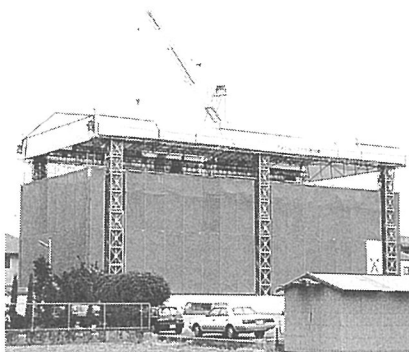


写真-7 第2回クライミング後

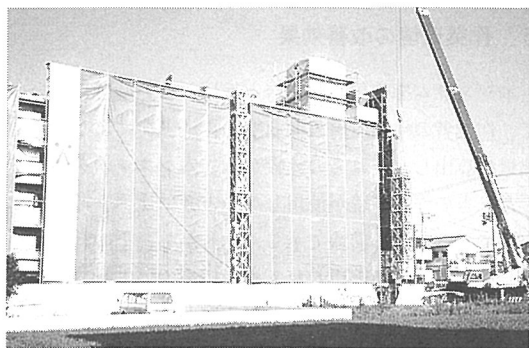


写真-11 支柱解体（一体吊り）

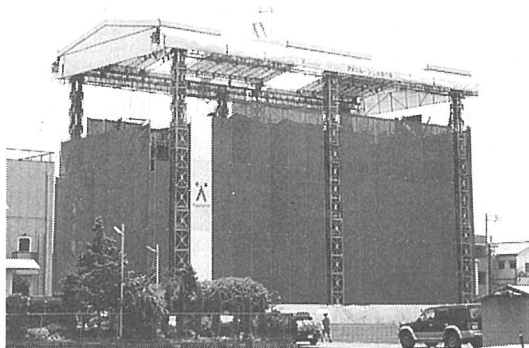


写真-8 第4回クライミング後（最高高さ）

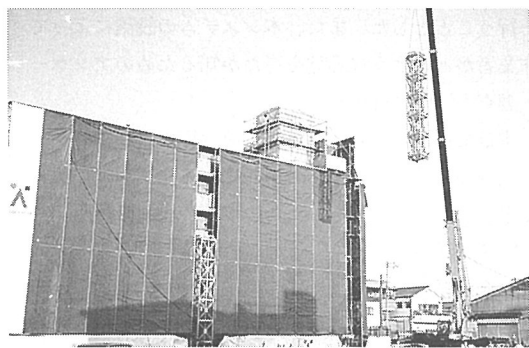


写真-12 支柱解体（単体吊り：2節柱吊り込み）

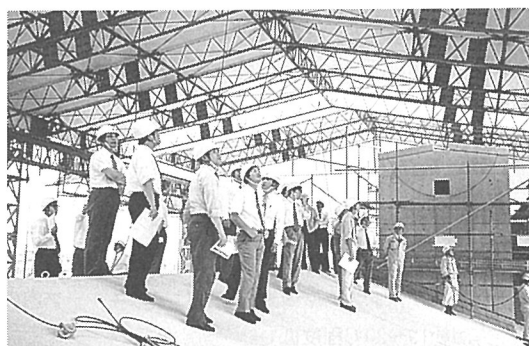


写真-9 社内見学会風景

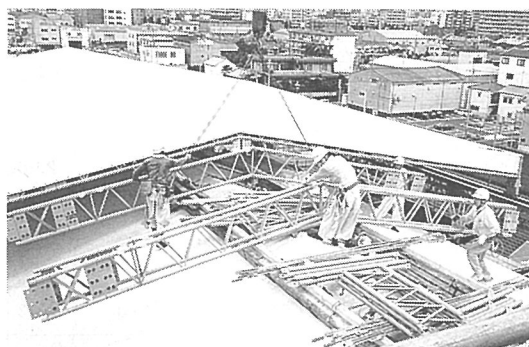


写真-10 屋根フレーム解体

表-2 「アメニルーフ」施工歩掛りデータ

作業内容	薦 工 数
支 柱 建 方	3人×0.5日=1.5人工
桁梁地組み・架設	3人×0.5日=1.5人工
屋根地組み・架設	7人×3日=21人工 (10人工 ^{*1})
ク ラ イ ミ ン グ	5人×0.5日=2.5人工
屋根解体（下降共）	5人×3日=15人工 (6人工 ^{*2})
桁 梁 解 体	4人×0.5日=2人工
支 柱 解 体	5人×1日=5人工 (3人工 ^{*3})

注：（ ）内は敷地が広いときの歩掛り

*1：5枚同時に施工できるときは
5人×2日=10人工（推定）

*2：5枚同時に施工できるときは
3人×2日=6人工（推定）

*3：全支柱を一体吊りで解体できるときは
6人×0.5日=3人工（推定）

5. 作業環境の改善効果

本システムを使用した場合と使用しない場合について、作業者の平均皮膚表面温度と発汗蒸発による拡散熱量を算出し、それらの比較から、本システムを使用したときの作業環境が使用しないときに比べ、非常に良好であることを前報で示した。しかし、その計算は実測値でなく妥当と思われる推定値を用いて行ったため、結果は一つの目安としかならなかった。そこで、本システムを実際の現場に適用したこの機会を利用して必要な諸元を測定し、その実測値を用いて数値計算を行うこととした。また、本システムの設置によって作業者がどのような感覚を得たか知るためのアンケート調査も同時に行った。

本章では、これらの測定、数値計算およびアンケート調査の結果から、本システムによる作業環境の改善がどの程度のものであったかについて検討を行う。

5.1 作業環境の測定

(1) 測定概要

アメニルーフ内外における温度、湿度、風速等の測定を行った。測定日は、平成6年4月22日、5月12日、6月3日および6月16日の4日間である。測定時間は午前10時から午後4時までの6時間で、1時間毎に下記の項目について測定を行った。

- ・アメニルーフ内の気温、相対湿度および風速
- ・アメニルーフの屋根シートの裏面温度、アメニルーフ内外のコンクリートスラブの表面温度および周囲のメッシュシート・型枠等の表面温度
- ・アメニルーフ内外における作業者の着衣の表面温度

アメニルーフ内の気温と相対湿度の測定には、作業床+1.0mの高さに設置した温・湿度センサーを、また、アメニルーフ内の風速の測定には風杯型のハンド風速計を用いた。

前報では作業者の皮膚表面温度を比較することによって本システムの快適性を推察したが、実際の現場での作業者の皮膚表面温度の測定は計器の設置が困難なため、今回の測定では作業者の着衣の表面温度を計ることとし、その測定には放射温度計を用いた。測定点は腕、脚、胴の3点とし、数回の測定値を平均した値を代表値とした。

なお、本システムの屋根シートの裏面温度、コンクリートスラブの表面温度および周囲のメッシュシート・型枠等の表面温度の測定にもこの放射温度計を使用した。

(2) 測定結果と考察

測定結果を表-3に示す。アメニルーフ内外の気温と相対湿度を図-14 (1)~(4)に示す（図に示した外気温、外気相対湿度、外部風速および日射量は大阪管区気象台の測定データである）。

図-15に作業者の着衣の表面温度を示す。4月~6月における3ヵ月間の測定であったが、結果から下記のことがわかった。

- ①アメニルーフ内の気温は外気温よりやや低く、相対湿度は約40%とほぼ一定している。
- ②アメニルーフ内の風速は外部風速よりも小さい。
- ③作業者の着衣の表面温度は、前報で理論解析した結果と同じくアメニルーフ内の作業の方が屋外作業よりも低く、その差は各月とも約3℃程度である。
- ④コンクリートスラブの表面温度はアメニルーフ内の方が約10~20℃程度低い。

表-3 測定結果（午後2時頃）

		作業者の着衣 表面温度(℃)		気 温 (℃)		風 速 (m/s)		湿 度 (%)		アメニルーフの 屋根シートの 裏 面 温 度 (℃)	ス ラ ブ の 表面温度(℃)		周囲のメッシュ シート・型枠 等 の 温 度 (℃)	日射量 (MJ/m ²)
		アメニルーフ内	屋 外	アメニルーフ内	外気温	アメニルーフ内	屋 外	アメニルーフ内	屋外湿度		アメニルーフ内	屋 外		
4月	4/22	27.4	30.4	23.5	25.7	2.0	3.5	39.2	34.0	33.0	23.0	43.0	27.5	2.96
5月	5/12	29.6		26.4	24.0	0.0	5.3	37.7	47.0	39.0				2.45
6月	6/3			28.7	29.4	3.5	3.1	36.8	30.0	31.0				2.91
	6/16	30.6	33.3	29.2	31.5	2.0	3.7	38.9	50.0	41.0	31.0*	49.0	29.0	3.03

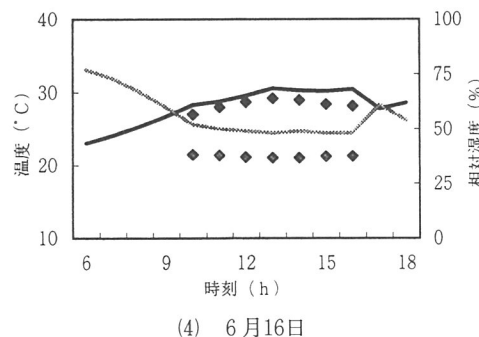
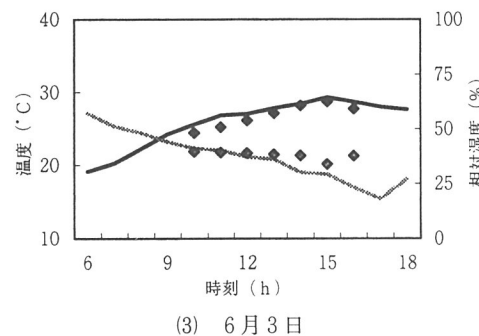
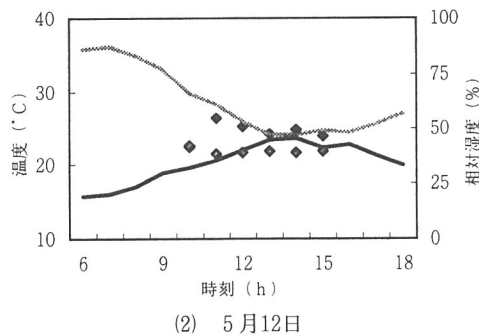
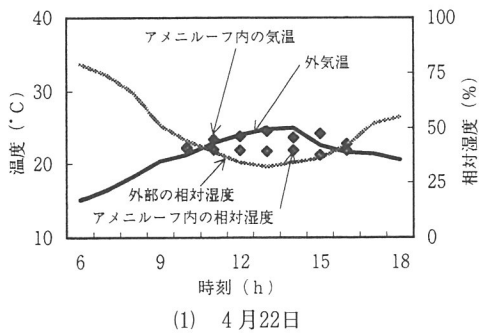


図-14 アメニールーフ内外の気温と相対湿度

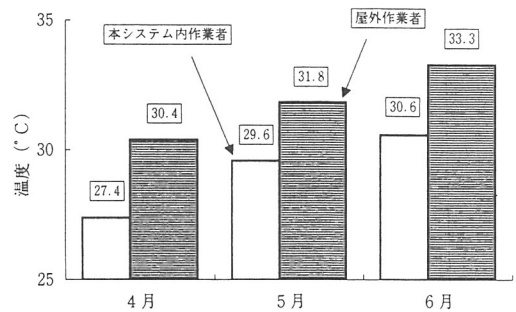


図-15 作業者の着衣の表面温度の比較

5.2 数値計算

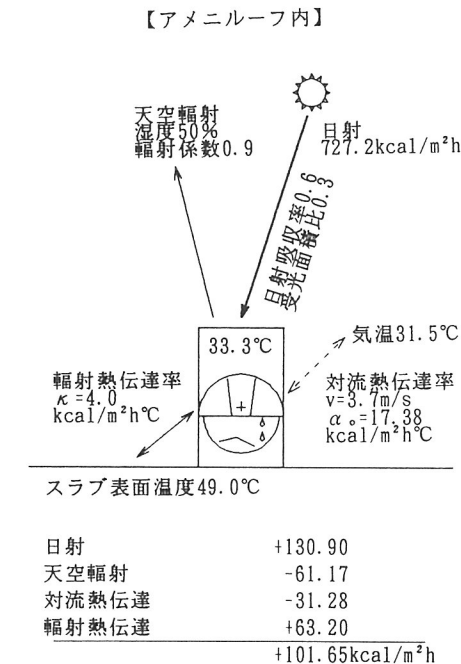
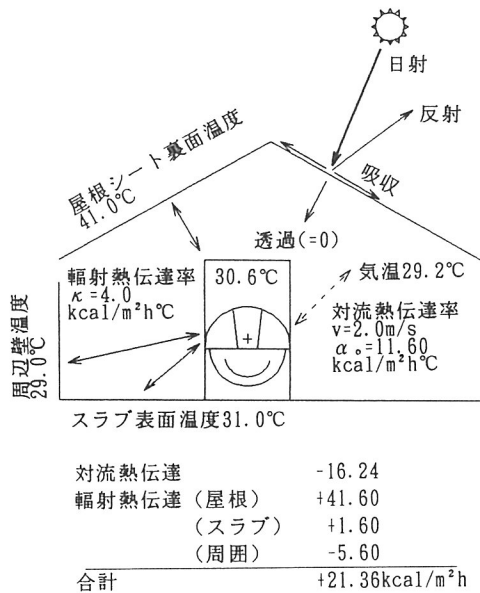
6月16日の実測値を用いて、アメニールーフの中と屋外における作業者の流入熱流量を算出した。それらを比較した結果を図-16に示す。同図から作業者への流入熱流量は屋外作業の方がかなり大きいことがわかる。この計算結果からみて、同じ作業を行う場合、アメニールーフ内の作業者と屋外作業のそれぞれの平衡時の熱流量の大小は図-17のようになり、以下のことが推察できる。

- ①屋外作業の発汗蒸発による拡散熱量が非常に大きいことから、屋外作業はアメニールーフ内の作業よりも多くの汗をかくこととなる。したがって、快適性はアメニールーフ内の作業の方が良好といえる。
- ②屋外作業の発汗量をアメニールーフ内の作業と同じ程度まで下げて不快感をなくすためには、作業の質・量を落とし、作業による内部発熱を抑えることが必要となる。すなわち作業能率を低下させることとなる。

図-16での計算は極めて簡素化しているので実情とは数値的に一致しないと考えられるが、作業者への流入熱流量の比較は容易にでき、図-17に示す平衡時の熱流量の大小関係から本システムの快適性と作業能率の向上の説明は十分できたと思われる。

5.3 アンケート調査

当現場の作業者にアメニールーフによる快適性と作業能率の向上についてアンケート調査を行った。その結果を図-18に示す。作業者の約85%が本システムにより快適性が向上したと感じ、約60%の作業者が作業能率の向上を認めていることがわかった。



【屋外】

図-16 作業者の流出入熱流量 (6月16日)

以上、本システムを当現場に適用したときに行った種々の測定、数値計算およびアンケート調査の結果について述べたが、本システムが作業環境の改善と作業能率の向上に十分に効果を持つものであることを確認した。

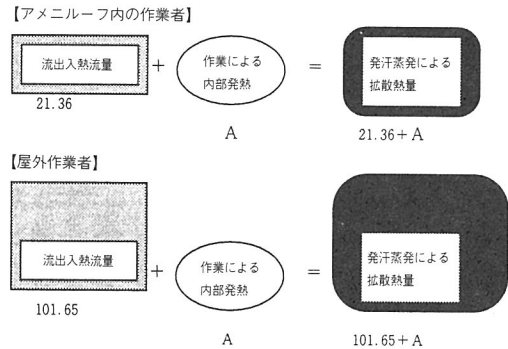


図-17 熱平衡時の熱流量の大小関係 (単位 ; Kcal/m²h)

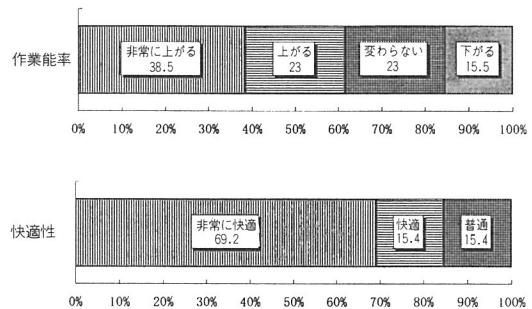


図-18 アンケートの結果

6. まとめ

実際の現場に本システムを適用することによって、以下のことがわかった。

6.1 施工性

①長所

- 支柱建方、桁梁・屋根の架設作業については特に問題はない
- クライミング作業は短時間で習熟でき、1回当たり半日で完了できる
- クライミング中、屋根下部で行われる建設作業が妨げられることはない
- 屋根開閉部の広さは、長尺資材の搬出入に十分であった
- 敷地が狭くても支柱の解体を単体吊りにて行えるため、大型揚重機を使用する必要はない

②今後の課題

- ・屋根を地組みする時、直角精度を簡単にだせる方法を考えることが必要（タイバー緊張等）
- ・支柱の上部固定ブラケットの固定・解除が容易に行える作業床の改善が必要（簡易可動吊り足場等）
- ・塔屋があるなど屋根の高さが一定しない時の解体方法を考えることが必要（屋根の一部の走行化等）

6.2 計測結果および作業環境の改善効果

- ・コンクリートスラブの表面温度は、アメニルーフ内の方が屋外より約10～20℃程度低い。
- ・作業者の着衣の表面温度は、アメニルーフ内の方が屋外より約3℃程度低い。
- ・夏季作業者の流入熱流量を算出して比較した結果、アメニルーフ内における作業の方が屋外より快適であり、作業能率も向上する。
- ・アメニルーフ内の作業は、屋外に比べ約85%の人が快適さの向上を感じ、また、約60%の人が作業能率が向上することを認めている。

7. あとがき

敷地に余裕の少ない6階建のRC集合住宅であったが、約5ヵ月間本システムを適用した結果、その施工性にほとんど問題のないことが認められた。本年は例年になく異常なほど寡雨であり、降雨についてアメニルーフの有効性を実証することが難しかったが、作業環境が改善され、快適作業が行えることが明らかになった。

今後は、冬季における施工や寒冷地の現場施工にも適用していき、さらに多くのデータを得たいと考えている。

最後に、施工に際して多大な御協力を頂いた大阪本店建築部の各位に心から謝意を表します。

参考文献

- (1) 浅沼組技術研究所報 No.5 1993
- (2) 松本 衛、他：建築環境工学 p.140～145