

# 立花再開発PROJECTにおけるTachibana Super Neo-Formの施工

## Tachibana Super Neo-Form in Redevelopment Tachibana

前田 亮*	伊藤 毅*
Akira Maeda	Takeshi Ito
白石 明*	中筋 知行*
Akira Shiraishi	Tomoyuki Nakasuji
濱田 一豊*	梶原 聡*
Kazutoyo Hamada	Satoshi Kajiwara

### 要 約

ネオフォーム工法は当社技術研究所で開発され、平成9年10月に(財)日本建築センターより技術審査証明書(審査証明第9706号)を取得した打込み型枠工法である。当現場において高層建物における施工能率を高めるために、工期短縮、コストダウン、安全性の向上、また均一化された品質確保を目的として採用に至った。

今回、採用にあたっての経緯、実証実験および施工の有効性をまとめて報告する。

### 目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. ネオフォームの採用経緯
- § 4. 実証実験
- § 5. ネオフォームの施工
- § 6. おわりに

#### § 1. はじめに

当社技術研究所で開発されたネオフォームは、薄肉のセメント系打込み型枠であり、以下の特長がある。

- ①ネオフォーム内面にジベル筋を配し、さらに凹凸処理を施すことにより、ネオフォームと現場打ちコンクリートとの一体性が向上する。
- ②U字型またはL字型を基本形状とする剛性の高いネオフォームを用いることにより、仕上り精度の高い施工が可能となる。
- ③ネオフォームは工場製品であるため、在来工法に比べ、現場でのせき板の加工組立て作業が簡略化され、省人化できるとともに工期の短縮も可能となり、作業の合理化が図れる。
- ④熱帯雨林型枠合板の消費量低減に効果的である。

#### § 2. 工事概要

工事件名：立花南第二地区第一種市街地再開発事業に伴う施設建築物新築工事他2件

発注者：立花南第二地区市街地再開発組合

設計者：(株)環境再開発研究所

工事場所：兵庫県尼崎市七松町1丁目他

工期：平成9年1月28日～平成12年3月31日

建物規模：再開発エリア面積 約2.2ha

街区2	敷地面積	9,647.37m <sup>2</sup>
	建築面積	6,749.16m <sup>2</sup>
	延床面積	66,638.48m <sup>2</sup>
	最高高さ	GL+96.85m
	構造	鉄骨鉄筋コンクリート造
	階数	地下1階、地上27階(2棟)
	建物用途	店舗・駐車場・住宅 スポーツ施設・公共公益施設

#### § 3. ネオフォームの採用経緯

外部フレーム形状をなす高層住宅部分において、当初原設計では一般のPcf(タイル打込み)が採用されていたが、受注時点での大幅なVE・CDによる在来型枠工法および現場タイル貼りへの変更により、構造計算を行い評定取得となった。そこで施工計画のポイントとして(1)外壁がタイル貼りであること、(2)入手時VEによる減額により大幅なコストアップは不可能、(3)工程短縮、(4)高層建物であり、常に墜落・飛来落下の危険性があるこ

\*関西(支)立花(出)

と、以上4点を基本に施工法を検討したが、既存建物の立退きが遅れ工事着手が大幅に遅れたため、さらなる工程短縮を目的として工業化工法を検討した。しかし、入手時VEにより取りやめとなったPcfを復活させることはコスト的に無理がある以上に、構造断面の外にPcfを配置するため建物重量の増加となり、再度構造計算をし、評定を取得することは工期的に不可能であった。そこで良策はないかと思案していたところ、自社開発の薄肉セメント系打込み型枠“ネオフォーム”の存在を知り、当現場への採用の可否を検討することとなった。ネオフォームを採用するにあたり、一般のPcfで問題となった重量増の件についてはネオフォームの厚みが25mmと薄いため、若干の増打ちということで構造設計事務所の了解が得られたため、引続き材料面の確認およびSRC高層建築物の適用性について施工法の検討へと進めていった。

#### § 4. 実証実験

##### 4-1 当工事におけるネオフォームの改良点について

当工事におけるネオフォームは、使用部位および使用規模が従来のもとは異なるため、当工事に合わせた改良が必要であった。

以下に従来ネオフォームからの改良点およびそれに伴い行った試験をまとめる。

##### (1) 表面仕様

従来、ネオフォーム表面はコンクリート素地仕上げであったが、今回は建物外装がタイル貼り仕上げのため、タイル打込みとした。さらに、仕様が白目地であったためネオフォーム成型前に、タイル目地を1次処理する必要が生じた。したがって上記を考慮したネオフォームタイル先付け工法の決定後「4-2 タイル付着試験」を行った。

##### (2) ネオフォームジベル筋および付着処理形状の検討

他の工事実績では、小規模の施工であったが、当工事では規模が大きく、従来より効率的な製造を行うためにジベル筋形状、付着面処理の改良を行った。

これにより、従来の性能を確保できているかを確認するため、新ジベル筋を使用した板の「4-3 曲げ強度試験」、「4-4 付着形状の検討試験」を行った。

##### (3) 吊り用インサートの検討

当工事は高層建物であるため、取付けの際、高層階への吊上げ作業が生じる。このため、吊り用インサートに関する「4-5 インサートの引抜き試験」を行った。

##### (4) ネオフォーム用モルタルの調合および養生の検討

試験に用いるモルタルの調合は表-1を標準とした。養生方法は、実製造に合わせて、すべて蒸気養生とし、その条件は、モルタル打設後前置き2時間、最高温度60℃、3.5時間、その後、自然降温し、試験まで気乾養生とした。

表-1 試験体の標準調合

骨材の最大寸法 (mm)	フロー値 (mm)	水粉体比 (%)	細骨材率 (%)		
5	200~240	28.3	60		
単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
水	セメント	細骨材	粗骨材	混和材料	
				混和材	混和剤
170	400	964	658	200	12.5

水 : 水道水  
 セメント : 普通ポルトランドセメント  
 細骨材 : 川砂  
 粗骨材 : 硬質砂岩7号砕石  
 混和材 : 高炉スラグ微粉末 (スミットメント8000cm<sup>2</sup>/g)  
 混和剤 : ポリカルボン酸系高性能減水剤

##### 4-2 タイル付着試験

当工事ではタイル白目地のものには先目地処理を施すため、タイル付着性能の確認を行った。試験方法は以下のとおりである。

##### (1) 試験体の形状

試験体は、1,000mm×1,000mmで板厚が40mm (タイル45mm×95mm×9mm埋込) とした。なお、試験体にはネオフォームモルタルを使用し、先目地材は日本化成社製のPC目地材NS-PC/メヂを使用した。試験体の形状および試験位置を図-1に示す。なお、タイルはINAX社製のせつ器質タイルを使用し、先目地材の調合はNS-PC/メヂの仕様に従った。

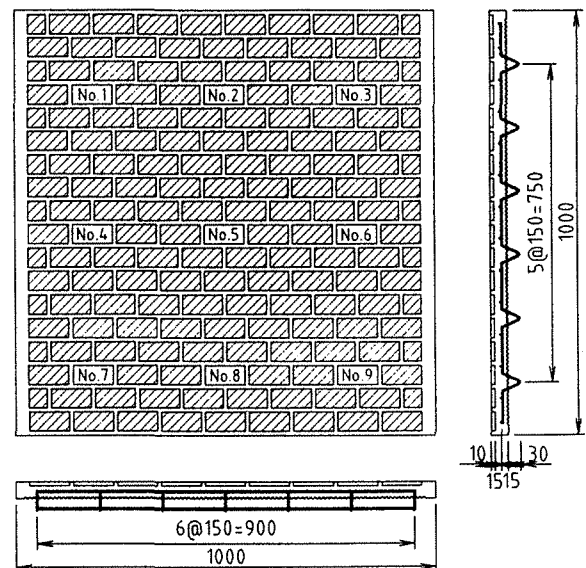


図-1 試験体の形状および試験位置

##### (2) 試験方法

試験は、建設大臣官房官庁営繕部監修「建築工事共通仕様書」の「接着力試験」に準じて行った。加力は一方向の単調载荷とし、任意のタイルについて最大荷重を測定し、破壊形状を観察した。なお、付着強度は0.59N/mm<sup>2</sup> (6.0kgf/cm<sup>2</sup>) を目標とした。

表-2 タイルの付着試験結果

試験位置 No.		試験材齢 (日)	最大荷重 (N)	付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均 (N/mm <sup>2</sup> )	破壊形状
上側	1	14	8032	1.88	1.67	タイル・目地材間
	2		3246	0.76		目地材・材間
	3		10071	2.36		タイル・目地材間
中央	4		11719	2.74	3.15	タイル・目地材間
	5		14857	3.48		タイル・目地材間
	6		13876	3.25		タイル・目地材間
下側	7		10169	2.38	2.64	タイル・目地材間
	8		5874*	1.37*		接着剤・タイル間
	9		12366	2.89		タイル・目地材間

【注】\*：試験位置 No.8は、接着剤とタイルとの間で剥離したため、平均として換算しなかった。

表-4 平板の曲げ試験結果

試験体 No.	重量 (kg)	幅 (mm)	厚さ (mm)	ひび割れ						最大		
				荷重 (N)	曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	ひずみ (μ)	たわみ (mm)	曲げ弾性係数 (×10 <sup>4</sup> )		荷重 (N)	曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	たわみ (mm)
								ひずみ	たわみ			
1-1	16.11	300.0	32.0	5713	9.7	260	1.12	3.7	3.1	7379	12.6	17.0
1-2	15.88	299.5	31.0	5253	9.6	255	0.99	3.8	3.5	7154	13.1	14.0
1-3	16.18	300.5	31.6	4998	8.8	246	0.86	3.6	3.3	7213	12.6	17.9
平均	-	300.0	31.5	5321	9.4	-	-	3.7	3.3	7249	12.8	-

【注】 試験材齢：14日 載荷スパン：600mm

(3) 試験結果

タイル付着試験結果を表-2に示す。いずれの試験位置においても目標強度0.59N/mm<sup>2</sup> (6.0kgf/cm<sup>2</sup>) を満足し、先目地材に関する十分な付着力が確認された。

表-3 試験体の仕様

ジベル筋径 (mm)	板厚 (mm)	ジベル筋突出部 (mm)	ジベル筋のかぶり (mm)
φ4	30	30	30

4-3 曲げ強度試験

当工事では製作数量が多く、製造効率をあげるため、メッシュ筋とジベル筋を一体化した新ジベル筋を採用した。新ジベル筋はかぶり厚さが15mmと薄いためステンレス製とし、またシングル鉄筋としたため、ネオフォームの曲げ強度試験を実施し、性能の確認を行った。

(1) 試験体の形状

試験体は平板で、その大きさは300mm×700mmで、板厚30mmとした。試験体の性状を表-3に、試験体の形状を図-2に示す。

(2) 試験方法

加力は単純梁形式で2点集中の一方方向単調載荷とした(3等分点載荷を基本とした)。また、試験方法の概略を図-3に示す。なお、ひび割れ荷重および最大荷重をロードセルにて、中央部のたわみを変位計、また、ひずみをワイヤーストレインゲージにて測定した。

(3) 試験結果

平板の曲げ強度試験結果を表-4に示す。ひび割れ曲げ応力度9.4N/mm<sup>2</sup>、最大曲げ応力度12.8N/mm<sup>2</sup>が確認され、またひび割れ発生後さらに応力度が上昇し、最大に達するといったように、靱性があることも確認された。

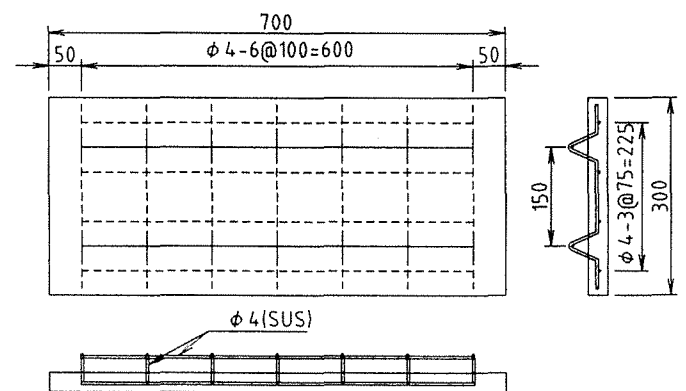


図-2 試験体の形状 (曲げ強度試験)

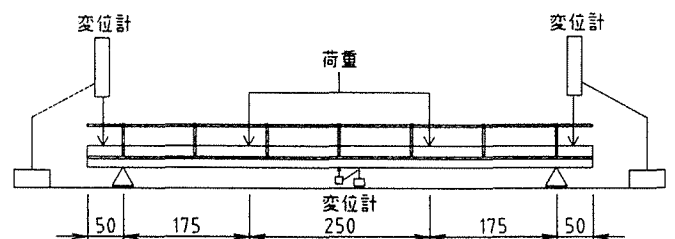


図-3 試験方法の概略

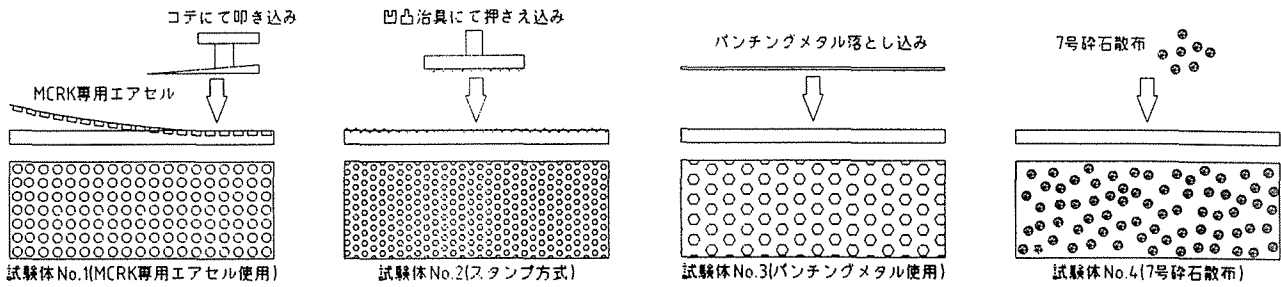


図-4 付着形態の概略

4-4 付着形状の検討試験

従来、ネオフォームでは付着処理として全面エアセルマットによる凹凸面としていたが、今回は製作数量が多いことや、型枠の構造上凹凸処理（エアセル使用）が困難な部位があり、作業性を含め従来と同等以上の性能を確保するため、付着形状の検討を行った。

(1) 試験体の形状

試験体は、300mm×900mmで板厚30mmとした。付着形態の種類を表-5に、付着形態の概略を図-4に示す。

表-5 付着形態の種類

試験体No.	付着形態
1	MCRK専用エアセル使用
2	パンチングメタル使用
3	スタンプ方式
4	7号砕石散布

(2) 試験方法

試験は、建設大臣官房官庁営繕部監修「建築工事共通仕様書」の「接着力試験」に準じて行った。加力は一方向の単調載荷とし、最大荷重を測定し、破壊形式を観察した。なお、付着強度は、0.59N/mm<sup>2</sup> (6.0kgf/cm<sup>2</sup>) を目標とした。

(3) 試験結果

付着強度試験結果を表-6に示す。付着強度は、目標値の0.59 N/mm<sup>2</sup>はすべてにおいて満足していたが、作業性を含め総合的に判断し、付着形態として7号砕石散布を採用した。

表-6 付着試験結果 (材齢14日)

付着形態	試験No	付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均 (N/mm <sup>2</sup> )	破壊形状
MCRK専用エアセル	1-1	1.10	1.27	境界破壊
	1-2	1.33		〃
	1-3	1.38		〃
パンチングメタル	2-1	0.80	0.83	境界破壊
	2-1	1.04		〃
	2-3	0.65		〃
スタンプ方式	3-1	0.91	0.84	境界破壊
	3-2	0.60		〃
	3-3	1.02		〃
7号砕石散布	4-1	1.16	1.25	境界破壊
	4-2	1.32		〃
	4-3	1.28		〃

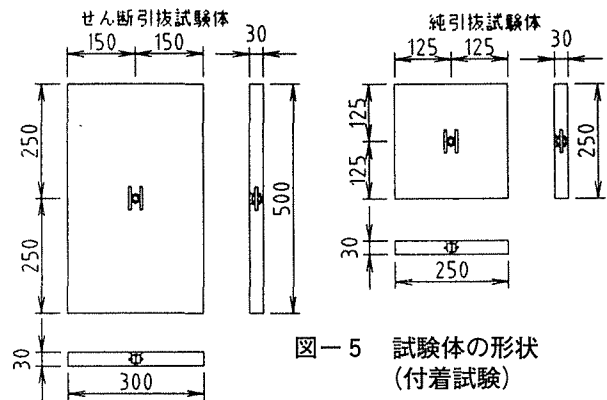


図-5 試験体の形状 (付着試験)

4-5 インサートの引抜き試験

当工事はSRC造で鉄骨建方工事が先行するため、単体のネオフォームを高層階まで吊り上げる作業が生じる。このため、吊り上げに用いられるインサートの強度確認試験を行った。

(1) 試験体の形状

試験体は300mm×500mmで厚さが30mmのせん断引抜き用と、250mm×250mmで厚さが30mmの純引抜き用の2種類とした。試験体の形状を図-5に、インサートの形状を図-6に示す。

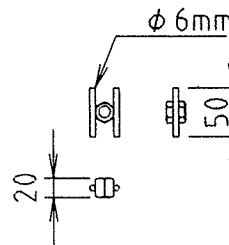


図-6 インサートの形状

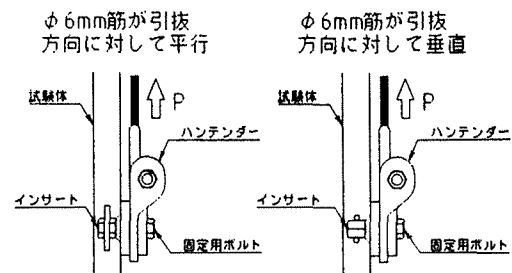


図-7 せん断引抜きにおけるインサートの方向

表ー7 吊り用インサートの引抜き試験結果

試験体 No.	インサート径	インサートの方向	引抜き方向	引抜き荷重 (N)	平均 (N)	破壊形状
1-1	M10	φ6mm筋が 引抜き方向に対して平行	せん断引抜き	8532	8309	曲げせん断
1-2				8198		〃
1-3				8198		〃
2-1		φ6mm筋が 引抜き方向に対して直角		7453	8685	〃
2-2				9414		〃
2-3				9189		〃
3-1	M12	φ6mm筋が 引抜き方向に対して平行		16289	15635	〃
3-2				15367		〃
3-3				15249		〃
4-1		φ6mm筋が 引抜き方向に対して直角		13435	14970	固定部破壊
4-2				14730*		曲げせん断
4-3				15210		〃
5-1	M10	-	純引抜き	8296	8336	曲げ引抜き
5-2				8336		〃
5-3				8375		〃
6-1	M12			9150	9375	〃
6-2				9728		〃
6-3				9248		〃

【注】\*：試験体 No.4-1 は、固定部破壊のため平均として換算しなかった。

## (2) 試験方法

せん断引抜きにおける吊り用インサートの方向を図7に示す。

## (3) 試験結果

立花再開発ネオフォームの吊り用インサート引抜き試験結果を表7に示す。インサート径がM12のものを使用すれば、1点当たり15000N程度のせん断引抜き力を確保できることが確認された。

実際の吊り方法では、せん断引抜き力のみが作用するため、設計値としては15000N/点で変動係数を安全側に15%と設定し、3σ法にて、8250N/点の値を用いた。設計用値  $P_{ur}=15000 \times (1-3 \times 0.15) = 8250N$

さらに、安全を考慮し、柱ネオフォーム吊位置は2または3ヶ所で、1ヶ所当り3点のインサートを配置した。

## § 5. ネオフォームの施工

今回、施工計画に特に留意したことは、ネオフォームを適用する建物が高層住宅であり、また厳しい工期の中で、当然ながら“いかに工業化を図るか”ということであった。繰返し作業による作業員の習熟により工程短縮を図る以前に、使用材料、工法を工業化することでタクト工程を確立し作業の平滑化を行い、工程短縮を図る必要があった。また、使用材料の減量化を図るために、仮設材の転用についても十分に検討を行った。なお、工業化工法の概念を図8に示す。

ネオフォームの施工上の長所としては、薄く軽いことによる取扱いの容易さがある。このことは裏をかえせば弱いということになり、取扱いについては運搬中より十

分注意する必要があったが、風に関しては、一般のPcfの取付けにおいても少なからず影響を受けるので、ネオフォームであるが故にことさらに注意する問題ではなかった。また、コンクリート打設時の側圧についても通常の型枠合板と同程度の強度で計画する必要があった。

### 5-1 外部足場計画

当建物はSRC高層建物であるため、外部足場計画は仮設計画上大きなウェイトを占める。当然連層吊足場の形状となるが、躯体作業から仕上げ作業までを考慮し、連層足場の層数を決定した。また、ネオフォーム取付けに際し、上階の鉄骨および吊足場が大きく緩衝するため、クレーンにて揚重したネオフォームを取付け位置まで引込む必要があり、連層足場の作業床の高さ、クライミングステップについても綿密な計画を立案し、安全性の確保に留意した足場形状とした。

### 5-2 柱ネオフォームの取付け

柱ネオフォームの取付けに際し、地上で玉掛け後、部材を引き起こし吊上げる時に、吊りインサート部分に余分な応力を作用させないように、玉掛け位置に回転式の治具を使用した。取付けについては一般のPcfであれば鉄骨部材にファスナーにての取付けとなり、Pcf自体の剛性が高いため、特に支保工は必要とはならないが、ネオフォームは部材厚が薄いためファスナー使用が困難であり、さらに、今回ネオフォーム使用部位を外部部分に限定したため在来型枠との取合いが生じ、コンクリート打設にあたっての支保工についてはノンセパレーターでコラムクランプを胴巻きすることで固定を行い、そのピ

ッチについては、通常の型枠合板と同程度の条件で決定する必要があった。なお、ノンセパレーターでの施工が不可能な部分については、施工に先立ち実施したインサートの引抜き試験結果により、インサートにセパレーターを取付け、鉄骨に溶接することで強度確保を行った。位置精度確保の方法については、水平方向の位置精度確保については、部材自体の重量が軽いということにより、予想より容易に所定の位置にセットでき、鉄骨部材に溶接したターンバックル付きセパレーターにより最終微調整位置決めを行った。また、取付けレベルについては、あらかじめレベル実測を行い、ライナー調整にて所定のレベル精度を確保した。

### 5-3 梁ネオフォームの取付け

躯体外周梁部分にL型のネオフォームを採用したが、今回はSRC造のため、梁配筋が完了した状態でのネオフォーム取付けとなるが、上階の鉄骨およびそれに付随する仮設備が取付けの邪魔をし、揚重したネオフォームを水平に引き込み取り付ける必要があった。また、前述したように、ネオフォーム単体でコンクリートの荷重および側圧を負担することはできないため、以上2点を考慮して、吊込み治具および支保工兼用のL型治具を開発した。100角鋼管およびH-100を使用し、L型に組まれた治具にネオフォームをセットした状態で揚重取付後、治具の縦部材はコンクリートの側圧に対する支保工となり、また治具底面をサポートにて支持することで鉛直荷重に対する支保工とした。また、コンクリート打設前に直接ネオフォーム底面にサポートを1本セットし、パーマネント支保工とすることでコンクリート打設後の支保工の早期解体を可能としたため、用意した治具の数量は東棟、西棟、各1フロア分ずつとして上階への転用を行った。位置精度の確保については、先行して取り付けした柱部材の位置が決まっているため、容易に確保することができた。なお、柱部材、梁部材、躯体間の目地については、コンクリート打設に先立ち先行シールを施すことにより、ノロ漏れの防止を図った。余談ではあるが、治具の玉掛け位置については、取付時、解体時の2ヶ所を設定し、バランスを変えることで作業状況にあった形状を確保することができ、作業能率、安全性を向上させた。なお、梁ネオフォームの取付状況を写真-1に示す。

### § 6. おわりに

今回ネオフォームを高層建物へ、しかもタイル打込みの形で使用することについては、当初いくばくかの不安はあったが、様々な実証実験を行うことでその不安を一つ一つ取り除き、実施工に於いても当初試行錯誤を繰り返し、改善を行うことで10日タクトの計画を、最終8日タクトまで短縮することができた。現在、ネオフォームの施工は完了し、連層吊足場の解体も終わり、写真-2

に示すように、尼崎立花にスーパーネオフォームの全貌を現している。施工の合理化、省力化、工期短縮、さらに近年世界的に取組まれているISO14001の面からも熱帯雨林型枠合板の消費量低減に大いに有効であるネオフォーム、本工事の実績が、今後皆様の参考となれば幸いである。

最後に、ネオフォームを採用するにあたり貴重な御指導、御助言を頂いた技術研究所、ネオフォーム開発時より携わり今回多大なる御協力を頂いた小沢コンクリート工業(株)の関係各位に厚く御礼申し上げます。

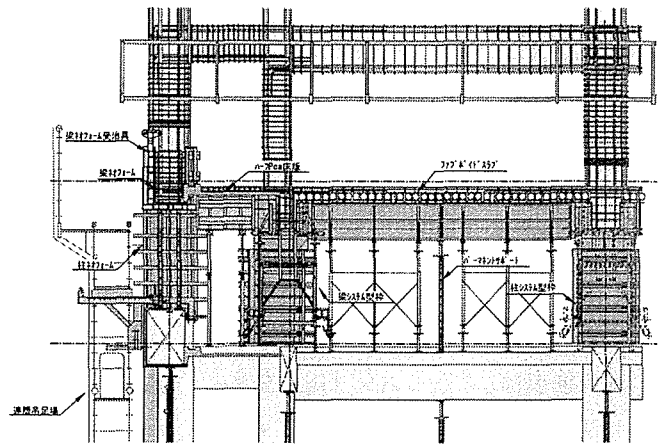


図-8 工業化工法概念

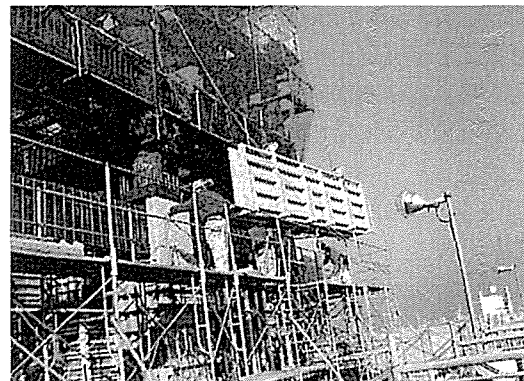


写真-1 梁ネオフォームの取付状況



写真-2 ネオフォームの取付状況全景