

14. 軽量打ち込み型枠（A－MLCF）の開発：その 1

谷沢 晋
山崎 順二

要 旨

敷地境界に接近してRC造建物の型枠工事を建物内から施工できるように、軽量の打ち込みコンクリート型枠（A－MLCF）の開発に着手した。現在、まだ開発途上にあり実施工に適用するまでに至っていないが、実大施工実験を行った結果、強度性能や施工性などに予測した以上の成果が得られた。

キーワード

打ち込み型枠／特殊軽量コンクリート／MLC／ポリスチレン発泡ビーズ／短繊維

目 次

1. はじめに
2. 開発概要
3. Type－1 型枠の開発
4. Type－2 型枠の開発
5. ま と め

14. DEVELOPMENT OF ASANUMA-MULTIFUNCTION LIGHTWEIGHT CONCRETE FORM (A-MLCF)-PART 1

Susumu Tanizawa
Junji Yamasaki

Abstract

Development of Asanuma-Multifunction Lightweight Concrete Form (A-MLCF) was started which enables form work for reinforced concrete structures to be carried out inside the building near the boundary. It is currently under development, but has not yet been used in actual work. Full-scale construction experiments confirmed greater strength and ease of construction than expected.

1. はじめに

京都や奈良のような古都はもとより、他の都市においても既存建物には木造建物が今なお多く、その老朽化による建て替え需要も多い。これら木造建物の敷地は比較的狭小な場合が多く、建て替え時には、敷地を最大限に有効利用できるようにとの要望が施主から強く出されている。

一方、熱帯雨林の伐採による地球環境への悪化を減少させるため、数年前から、ベニヤ型枠に代わる樹脂製型枠やモルタル製の打ち込み型枠等が開発されてきている。しかし、そのほとんどはベニヤ型枠の代替材として開発されたものであり、組み立て時には従来通り支保工が必要であり、また外部足場の設置が必要となることから、敷地を有効に利用したいというニーズに応えられていない。その要望に沿うため、これまでにハーフPCa板などが使用される例がみられるが、重量が重く取り扱いが不便なため、あまり普及していない。

このような状況を背景として、このたび、型枠自体が支保工強度を持ち、外部足場が不要で取り扱いが容易な軽量の打ち込み型枠（A-MLCF：Asanuma-Multifunction Lightweight Concrete Form）の開発に着手した。

2. 開発概要

2.1 開発の目的

本工法を開発するにあたり、型枠は軽量で施工性に優れ、外部足場がなくても型枠施工が容易に行えるものとし、以下の機能を持つものとした。

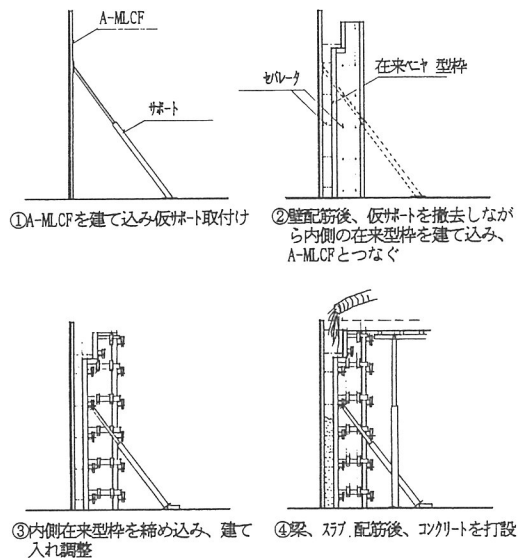
- ①支保工としての強度を併せ持つ。
- ②孔明けや鋸切断など現場加工が容易に行える。
- ③内部側からだけで型枠の建て込みが行える（図－1 参照）。

2.2 開発経過

以上にあげた開発目的を基にして、コンクリート型枠には近年研究開発済みの特殊軽量コンクリート（MLC）の調合に工夫を加えて用いることとした。

開発当初は、手で持てる程度の重さの型枠とし、それを積み上げて施工する工法を考えた（Type－1 型枠）。

しかし、Type－1 型枠を試作し施工実験を行った結果いくつかの問題点が明らかにされたため、積み上



図－1 A－MLCF建て込み手順（イメージ）

げ工法をあきらめ、1枚型のType－2型枠の開発に着手した。

3. Type－1 型枠の開発

3.1 型枠の概要

型枠は、軽量でかつ曲げ強度の大きいものとしなければならぬため、断面内に中空層を持つものとした。また、施工能率が上がるように、その重さを約27kgに押さえた。1枚の大きさを700×700mmとして、型枠のジョイント部の接続およびセパレータの取付け用としては中空部に挿入した既製溝型鋼を用いた。

型枠の詳細を図－2に示す。

3.2 型枠の使用材料、物性

表－1に型枠の使用材料を示す。

型枠の曲げ強度を大きくするためビニロン繊維を3 vol%混入し、高性能AE減水剤でフロー値が200±20 cmになるように調整した。表－2に、Type－1型枠の素材の物性を示す。

なお、軽量化のためにポリスチレン発泡ビーズを使用しているので、型枠を押し出し成形で製造するのは難しく、したがって流し込み成形で製造した。

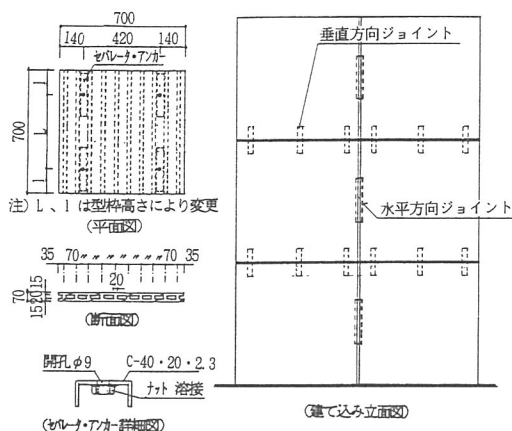


図-2 Type-1 型枠詳細図

表-1 MLCの使用材料

材 料	品 名
セメント	早強ポルトランドセメント
水	上水道水
骨 材	ポリスチレン発泡ビーズ 粒径：1.2 mm以下
混 和 剤	特殊アニオン系高性能AE減水剤
短 繊 維	ビニロン（6 mm、350デニール）

表-2 Type-1 型枠の素材物性

真 比 重	曲げ強度 (N/mm^2)	圧縮強度 (N/mm^2)
1.511	14.8	37.1

3.3 型枠試験体の物性

試験体を製作し強度試験を行った結果、本工法で要求する曲げ強度性能を十分有することを確認した。

表-3 に型枠試験体の強度特性を、写真-1 にその製作状況を示す。

表-3 Type-1 型枠の強度特性

かさ比重	比例限界 曲げ強度 (N/mm^2)	最大 曲げ強度 (N/mm^2)
1.04	4.3	6.5

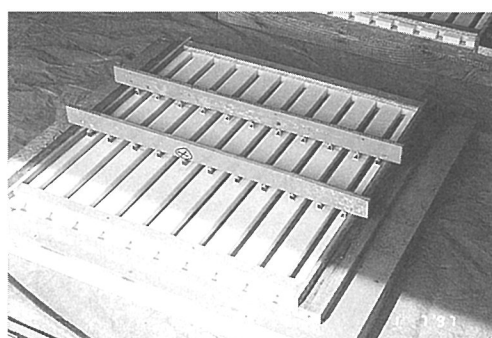


写真-1 試験体の成形型枠（Type-1）

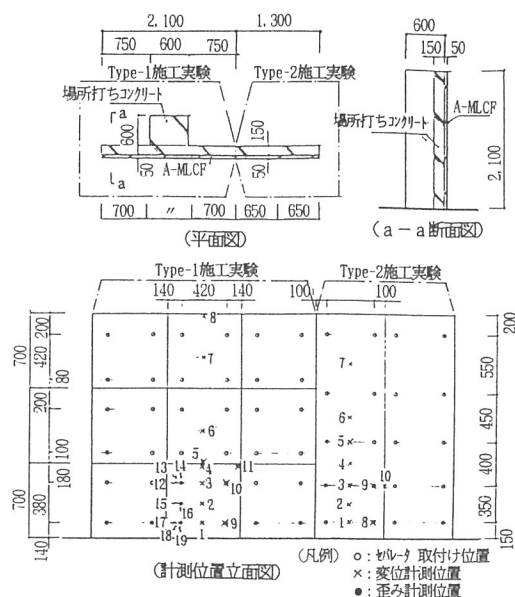


図-3 施工実験概要図

3.4 施工実験

型枠の施工性と強度性能を確認するため、実大寸法で作製した型枠の建て込みを行い、型枠表面の変位・歪み応力を計測しながらコンクリートを打設した。

1枚約27kgと軽量化を図ったものの、型枠を1枚ずつ手で積み上げる作業にはかなりの苦渋を伴ったため、垂直方向の3枚を一体に地組みした上で、簡易な揚重治具を用いて施工した。図-3に施工実験の概要を、写真-2～5に実験時の状況を示す。

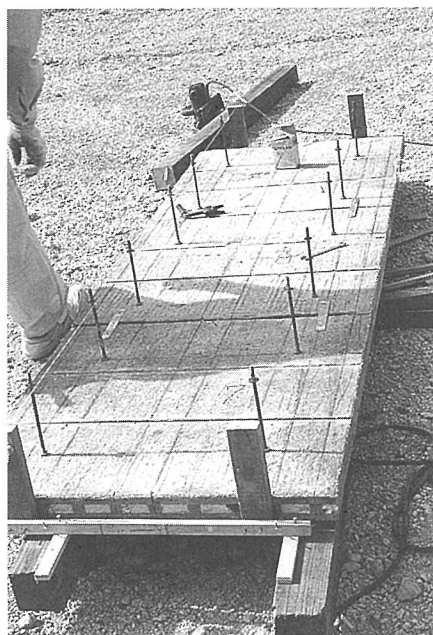


写真-2 型枠の地組み (Type-1)

計測データを表-4に示すが、型枠の最大変位量は約2mmと計算値よりかなり高く出ている。これは、中空層の内法寸法と溝型鋼のh寸法とにクリアランス差があり、コンクリートの側圧を受けて型枠が移動したものである。

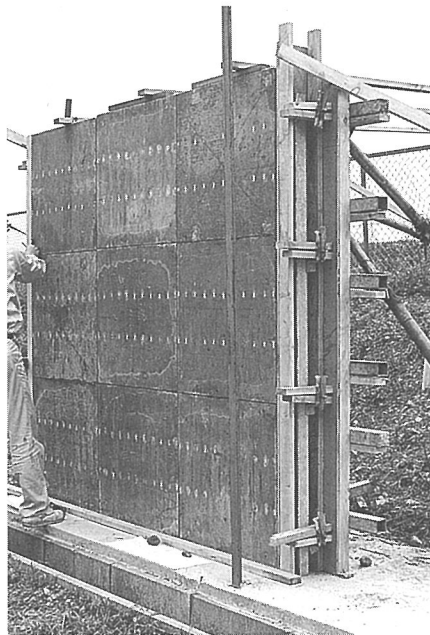


写真-4 建て込み完了 (Type-1)

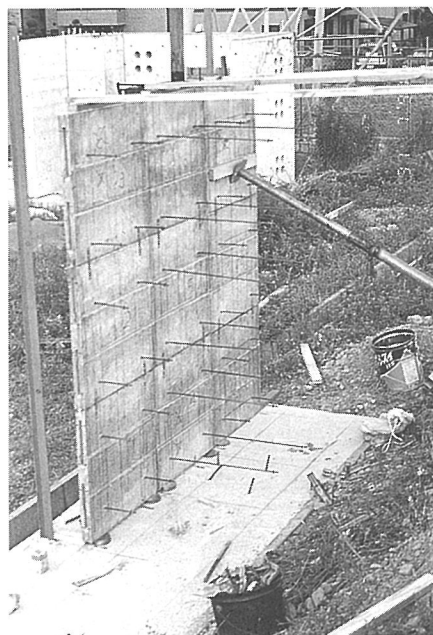


写真-3 型枠の建て込み (Type-1)



写真-5 コンクリート打設 (Type-1)

表－４ コンクリート打設時の型枠変位と
表面歪み応力度（Type-1型枠）

部位番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
変位量 (mm)	1.21	1.61	1.95	2.28	2.15	1.60	0.25	-0.59	1.39	2.20	2.74
部位番号	12	13	14	15	16	17	18	19			
歪み応力度 (kgf/cm ²)	7.6	5.7	11.5	8.0	-9.4	6.1	6.6	9.5			

注）・最大変位量、最大歪み応力度ともコンクリートの打設完了直後に計測した。
・変位量で－値は内側へのたわみ変位、他は外側へのたわみ変位を表す。
・歪み応力度で－値は引張方向の応力度、他は圧縮方向の応力度を表す。

3.5 実験結果

Type-1 型枠の実大施工実験の結果、強度性能には何ら問題点はみられなかったが、施工性等に問題があることがわかった。以下、その問題点を示す。

- ①型枠の製造時、成形型枠の中空部の納まりが難しい。
- ②重さ約27kg/枚の型枠を手で積み上げて建て込むのはかなり苦渋である。
- ③中空部に挿入した金物を型枠同士のジョイントやセパレータ・アンカーに用いる方法は、作業にかなり手間がかかる。

4. Type-2 型枠の開発

4.1 型枠の概要

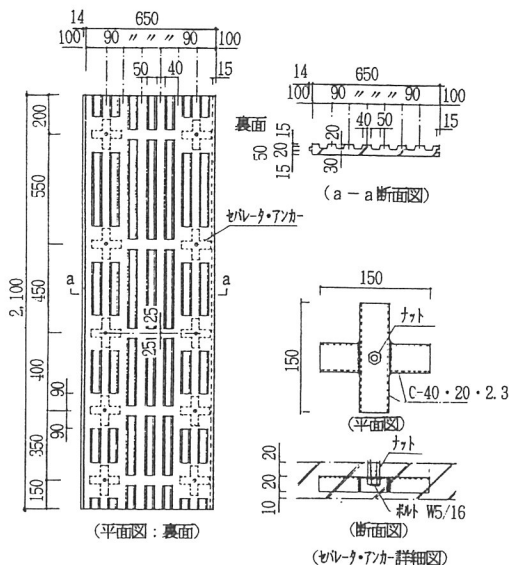
Type-1 型枠で指摘された問題点を改良するため、Type-2 型枠の開発に着手した。以下にその改良点を示す。

- ①型枠の垂直方向のジョイントをなくし、型枠の大きさを階高分の長さとした。型枠の建て込みには簡易な揚重機械を用いて行う。
- ②型枠の建て込みを容易にするため、型枠端部を本実加工とした。
- ③Type-1 の中空成形を取りやめ、リブ型断面の型枠とした。
- ④ビニロン繊維の混入率を減らし、材料コストを低減した。
- ⑤型枠の曲げ強度を上げるため、メッキ処理した既製リブラスを入れた。

図-4 にType-2 型枠の詳細を示す。

4.2 型枠の使用材料、物性

Type-2 型枠の使用材料は、表-1 に示すType-1 型枠と同じであるが、ビニロン繊維の混入率を2



図－４ Type-2 型枠詳細図

表－５ Type-2 型枠の素材物性

真比重	曲げ強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)
1.547	9.7	43.8

表－６ Type-2 型枠の強度特性

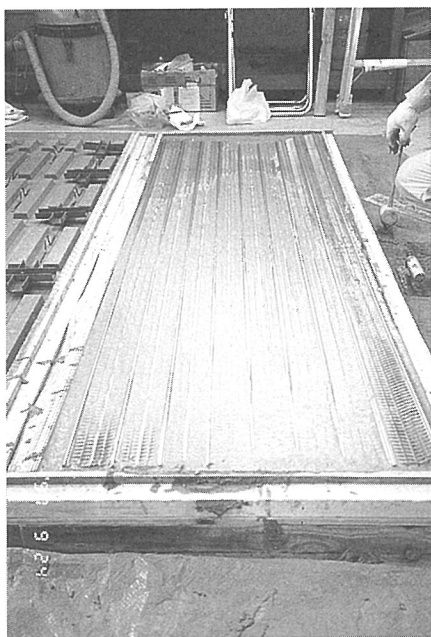
かさ比重	比例限界 曲げ強度 (N/mm ²)	最大 曲げ強度 (N/mm ²)	セパレータアンカー 引抜荷重 (kN/本)
1.78	12.1	16.2	13.0

vol%に押さえ、材料コストをType-1 型枠より約15 %低減できるようにした。

表-5 にType-2 型枠の素材の物性を示すが、ビニロン繊維の混入率を小さくしたため、素材ではType-1 型枠より曲げ強度が小さくなった（表-2 参照）。

4.3 型枠試験体の物性

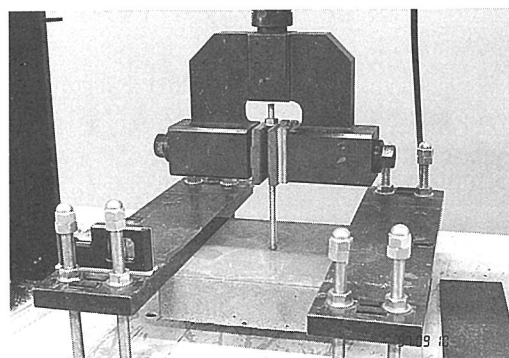
表-6 にType-2 型枠の試験体の強度特性を示す。Type-2 型枠はリブラスに曲げ強度を負担させているため、Type-1 型枠に比べ、素材の曲げ強度は小さくなったが、試験体全体の曲げ強度はかなり大きくなった（表-3 参照）。



写真－6 型枠試験体の製造状況（Type－2）



写真－7 試験体の曲げ強度試験（Type－2）



写真－8 セパレータ・アンカーの引張試験
（Type－2）

写真－6～8に、Type－2型枠の製造状況と強度試験時の状況を示す。

4.4 施工実験

先に行ったType－1型枠の実験体に接続してType－2型枠を建て込み、実大施工実験を行った（図－3参照）。

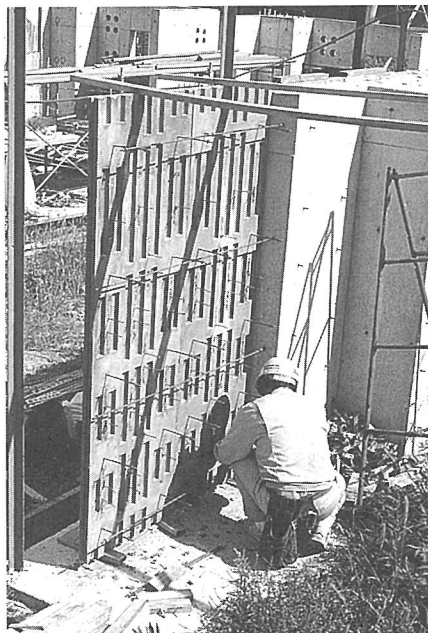
試験体の物性試験からType－1型枠より高強度なことがわかっていたため、施工実験では、型枠表面の歪み応力は計測せず、型枠の変位のみ計測した。型枠1枚の重量が約90kgとなったため、型枠の建て込みには簡易な揚重機械を用いた。

表－7に計測データを、写真－9～11にその実験状況を示す。コンクリート打設時の型枠の変位は、予想通りType－1型枠の場合より非常に小さく、計算値に十分対応していた。

表－7 コンクリート打設時の型枠変位
（Type－2型枠）

部位番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
変位量（mm）	0.32	0.24	0.20	0.22	0.21	0.21	0.23	0.06	0.01	0.05

注）・最大変位量、最大歪み応力度ともコンクリート打設完了直後に計測した。



写真－9 型枠の建て込み（Type－2）

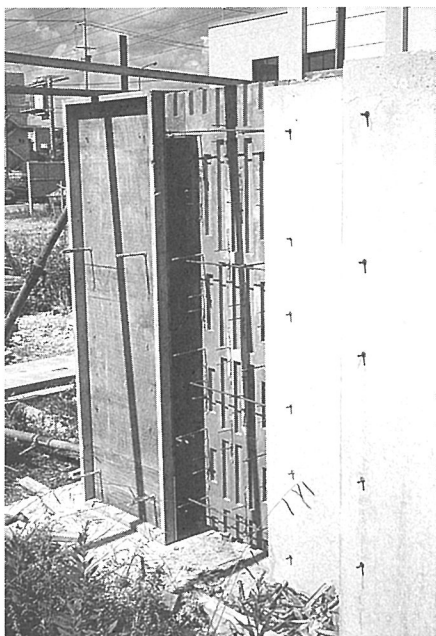


写真-10 裏面在来型枠の建て込み (Type-2)

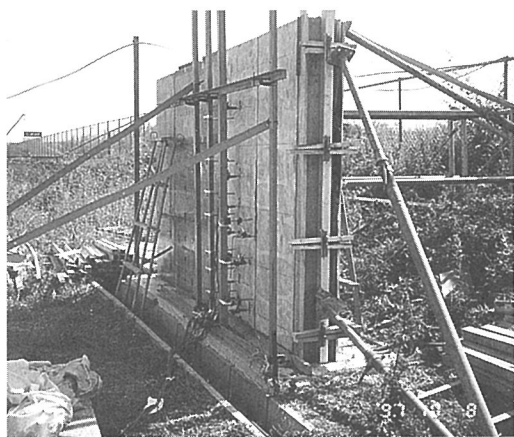


写真-11 建て込み完了 (Type-2)

4.5 実験結果

Type-2 型枠の実大施工実験の結果、型枠の建て込みおよび型枠同士の接続作業など施工性については何ら問題はなく、型枠の強度も十分満足できるものであった。

5. まとめ

支保工と外部足場の設置が不要な軽量打ち込み型枠の開発を目指し、実機による物性試験および施工実験によって、断面が中空部配列形状のType-1 型枠について検討を行い、続いてType-1 型枠を改良したリブ配列形状のType-2 型枠について実験を行い、検討を行った。

その結果、リブ配列形状の型枠は製造面でも施工面でも何ら問題となることなく、型枠の強度も十二分にあり、コンクリートの側圧に耐えられるものであることがわかった。

大きなスペースを必要としない取り扱いの容易な簡易揚重機械を開発しさえすれば、この工法は実施面で十分活用できるものと考ええる。

[参考文献]

- 1) 山崎順二 他：「特殊軽量コンクリートの研究開発について」『材料』(J. Soc. Mat., Japan), Vol.43, No.491, pp.990~996, Aug. 1994 :
- 2) 山崎順二 他：「多機能軽量コンクリートに関する基礎的研究 その7. 短繊維との複合化」平成7年度 日本建築学会近畿支部研究報告集