

報 告

[1215] 薄肉高強度モルタル板の打込み型枠への適用

吉本 稔^{*1}・多田克彦^{*2}・笹原 厚^{*3}・加藤 章^{*4}

1. はじめに

現在、建設工事現場における型枠用合板の使用量は年間200万 m^2 ~300万 m^2 もの莫大な使用量であり¹⁾地球環境保護上、熱帯雨林伐採抑制、合板型枠使用制限(35%削減)にまで至っている。また、熟練工の高齢化、若年層不足といった問題もある。これらの社会的背景を踏まえ、合板型枠を使用しない、合理化施工に結びつく非構造用打込み型枠工法を開発した。非構造用の場合、部材厚は極力薄く軽量であることが望ましく、マトリックスに無機増粘材、高性能AE減水剤を添加した流動性が良く材料分離抵抗性の大きな高流動モルタルを用いることによって最小12mmの板厚を持つ薄肉高強度部材の製造を可能とした。モルタル板の補強には溶接金網を使用するが、薄肉であることにより型枠材としての強度、剛性の確保と中性化に対し大きな抵抗性が要求される。

本報告は、溶接金網により補強した板厚12mmのモルタル板の打込み型枠に要求される基本特性である強度特性、耐久性を確認した後、現場において適用した例についてまとめたものである。

2. 高流動モルタルの性能

2. 1 高流動モルタルの配合

高流動モルタルの配合は、板厚12mm内に $\phi 3.2$ mm

表-1 高流動モルタル配合表

の溶接金網を配置した場合においてもマトリックスを充分充填可能な表-1に示すものとした。無機増粘材の添加によりモルタルは分離することなく所要のフロー値を得ることができた。

W/C %	単 位 量 (kgf/cm ³)							フロー値 (mm×mm)
	水	セメント	細骨材	シリカフューア	混和剤	増粘剤	空気量	
24	20.9	86.9	130.3	8.7	2.7	1.5	2.3	200×200

2. 2 高流動モルタルの耐久性

2. 2. 1 中性化促進試験

中性化促進試験の条件、試験体一覧を表-2に、試験結果を図-1に示す。モルタル板の試験体は中性化深さの測定他、溶接金網の発錆状況を観察した。比較のため水セメント比65%、4週強度240kgf/cm²の標準的なコンクリートについても中性化促進試験を行った。材齢90日におけるコンクリートの中性深さから天然暴露材齢を推定すると約30年²⁾に相当する。一方、モルタル、モルタル板の中性化深さは0であり、溶接金網の発錆は認められなかった。このことから溶接金網は補強材として使用可能であると考えられる。

表-2 中性化促進試験試験体一覧

試験体	測定項目	寸法(cm)
モルタル	中性化深さ	10x10x40
モルタル板	中性化深さ、発錆状況	1.2x10x40
コンクリート	中性化深さ	10x10x40
試験条件: CO ₂ 濃度 15(%)、温度 20℃、湿度 50(%)		

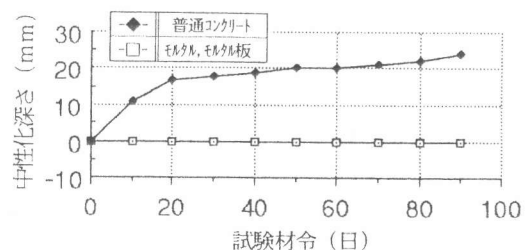


図-1 中性化促進試験結果

*1 小野田セメント(株)中央研究所研究員、工修(正会員)、*2 同研究員

*3 ハザマ技術研究所主任研究員、(正会員)、*4 同研究員

2. 2. 2 凍結融解試験

中性化試験と同様の試験体寸法で、凍結融解試験を行った結果を図-2、3に示す。400サイクルを終了した時点での耐久性指数はモルタル、モルタル板が102%、重量変化率も1%と極めて小さく、コンクリート試験体に比べ優れた耐凍結融解性を示した。空気量が2.3%にもかかわらず、耐凍結融解性に優れるのはモルタルの組織が緻密であるためと考えられる。高流動モルタルの中性化、凍結融解に対する大きな抵抗性により、打込み型枠は屋内、屋外を問わず適用可能であると考えられる。

2. 3 強度特性

モルタル板の曲げ強度は図-4に示すような、3等分载荷試験により求めた。試験は蒸気養生終了後24時間吸水させた試験体により行った。比較のため合板（木里直角方向）についても同様の曲げ試験を行った。試験の結果得られた荷重-たわみ図を図-5に示す。モルタル板のひび割れ発生曲げ強度は、 150kgf/cm^2 、最大曲げ強度 600kgf/cm^2 、弾性係数は $3.8 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ であり、強度特性は型枠材として十分であると考えられる。

3. 試験施工

3. 1 試験施工概要

溶接金網により補強した板厚12mmの薄肉モルタル板の打込み型枠としての施工性、打設コンクリートとの付着性を確認する目的で実施工現場においては、柱部材の一部に適用した。打込み型枠適用部材の部材寸法を表-3に、はり部材、柱部材の組立て図、モルタル板の接合部詳細を図-6に示す。打込み型枠のコンクリート打設面側表面はコンクリートと打込み型枠の付着確保の手段として凹凸処理を施した。モルタル板の接合は加工したアングルとモルタル板に埋め込んだボルトにより接合する構造とした。溶接金網は防錆処理を施した後使用した。コンクリート打設時の側圧による型枠の変位は、かね尺を型枠側面にあて計測し、許容変形量内であることを確認した。はり型枠の支保工は在来工法と同様に丸パイプ、パイプサポートを使用し、柱型枠の支保工にはコラムクランプを使用した。床型枠にはデッ

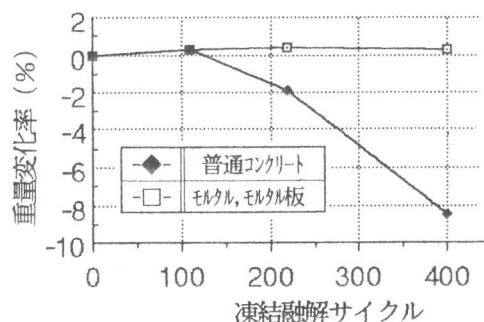


図-2 凍結融解試験結果（重量変化率）

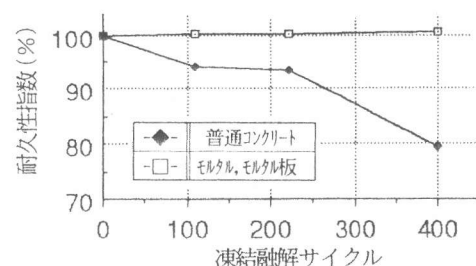


図-3 凍結融解試験結果（耐久性指数）

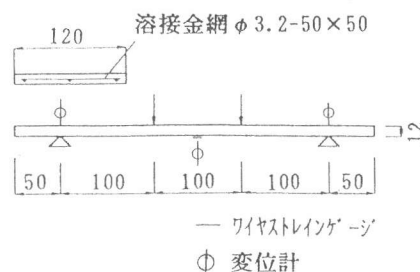


図-4 モルタル板の曲げ試験方法

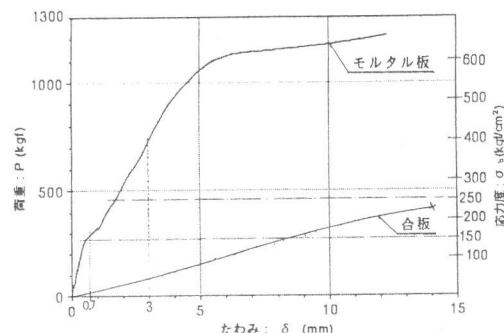
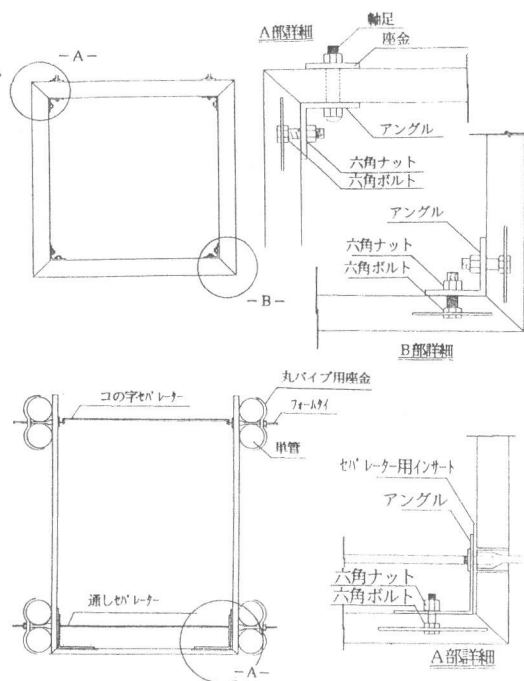


図-5 モルタル板の荷重-たわみ図

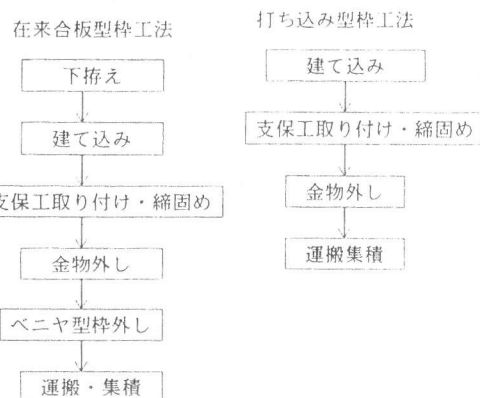
表-3 部材寸法一覧

	寸法 (mm)	備考
柱型枠 (幅×幅×高さ)	724×724×3135 740×740×3475	クロス貼り タイル貼り
はり型枠 (幅×成×長さ)	474×512×4845 494×512×4825 474×512×4595 494×512×4555 324×462×3430 474×562×3300 574×562×5320 424×512×4920 424×512×4920	小はり 小はり

キプレートを使用し打込み型枠との取り合いを確認した。はり部材、柱部材の吊り込み状況を写真－１、２に示す。はり部材は写真－１に示したようにコンクリート製品工場で製作、組立後、端太材も取り付けた状態で現場に搬入した。柱－はり、大はり－小はり等、部材の取り合い部には写真－３に示すような受け用金物を取り付け、部材同士を固定した。図－７に施工フローを在来工法と比較して示す。打込み型枠の施工性は建て込み時間のタイムスタディにより、打設コンクリートと打込み型枠の付着性は、コンクリート打設後、柱、はり部材において建研式付着試験を実施し、付着強度により付着性能を確認した。付着性確保の手段として凹凸仕上げを施してあるが、更にセパレーターと打込み型枠が一体となるようなインサートを配置し、コンクリートとの付着力向上手段の他、セパレーターを利用することによって型枠の脱落防止に寄与できる構造とした。柱型枠に関しては凹凸仕上げを施さなかった。



図－６ 型枠組立図並びに詳細



図－７ 打込み型枠施工フロー

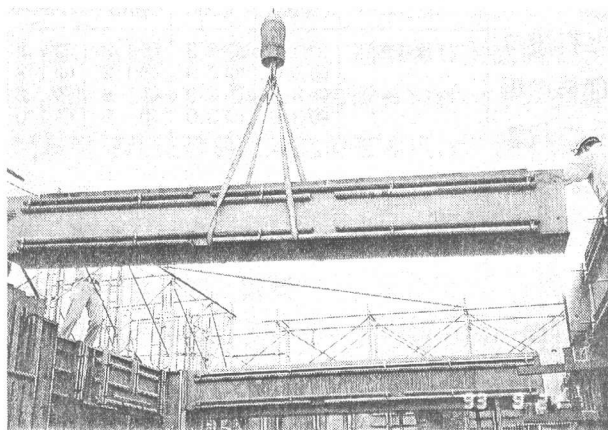


写真１ はり型枠吊り込み状況

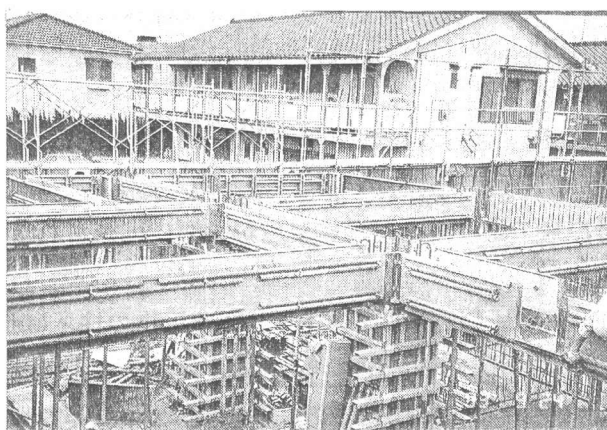


写真３ はり－柱型枠取合い

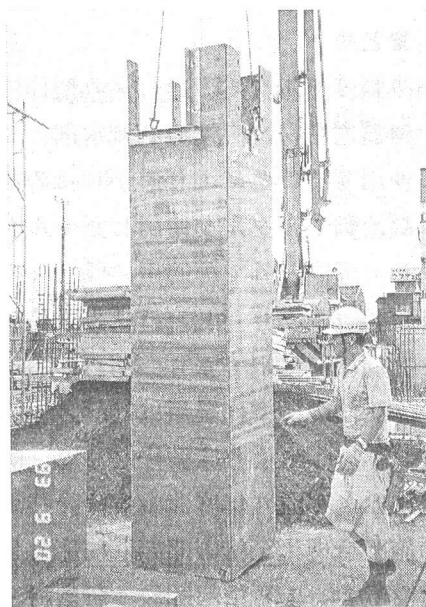


写真２ 柱型枠吊り込み状況

3. 2 試験施工結果

試験施工の結果得られた建て込み時間を基に求めた打込み型枠の標準作業量は約 $20\text{m}^2/\text{人}\cdot\text{日}$ となり、在来工法に比べ作業人員が半減した。これは、柱、はり部材ともコンクリート製品工場で加工・組立を行い現場搬入の後そのまま建て込むため現場作業が在来工法に比べ大幅に削減されること、打設後の型枠取り外し作業が支保工の撤去作業のみであるため型枠工事全体の施工の合理化が図られたためである。コンクリート打設後、打込み型枠板の変形量を測定した結果、柱、はり型枠共に、許容変形量である 3mm 以内に納まっており設計方法の妥当性が確認された。打設コンクリートと打込み型枠の付着試験実施部位を図-8に、試験結果を表-4に示す。試験結果は各部位、3箇所を実施した値の平均値を示してある。はり型枠の平均付着強度は側面、底面共に $30\text{kgf}/\text{cm}^2$

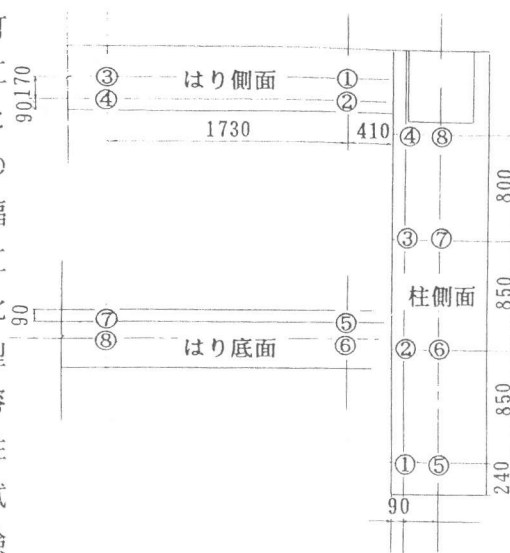


図-8 付着試験実施部位

であり、安定して高い付着強度を示した。柱型枠の平均付着強度は凹凸仕上げを施していないにもかかわらず $11\text{kgf}/\text{cm}^2$ が得られたが、はり型枠の結果と比較するとばらつきが大きかった。付着試験後の試験片の表面剥離破壊状況を観察してみると、柱部材の場合は型枠と打設コンクリート界面で破壊しているのに対し、はり部材の場合は凹凸仕上げ凹部に打設コンクリートが付着した状態で破壊しており、凹凸仕上げの効果が確認された。安定して付着強度を確保するためには、凹凸処理を施すことが有効であると考えられる。

表-4 付着試験結果一覧

	はり		柱	
	側面	底面	端部	中央部
付着強度 (kgf/cm^2)	① 3.1 ② 3.0 ③ 3.0 ④ 3.0	⑤ 2.9 ⑥ 2.9 ⑦ 2.9 ⑧ 3.0	① 1.3 ② 1.2 ③ 8 ④ 9	⑤ 1.3 ⑥ 1.2 ⑦ 8 ⑧ 1.0

5. まとめ

薄肉高強度モルタル板を打込み型枠に適用した結果、以下のことが結論される。

- (1) 無機増粘材、高性能AE減水剤、シリカヒュームの添加により得られた高流動モルタルを使用することにより最小 12mm の薄肉高強度部材の製造が可能である。
- (2) 高流動モルタルを使用したモルタル板は中性化、並びに凍結融解抵抗性に優れ、型枠材として屋内、外での適用に際し、十分な耐久性を備えているものと考えられる。
- (3) 打設コンクリートと打込み型枠の付着性能を向上させるには凹凸仕上げが有効である。
- (4) 表面は、平滑であり、あらゆる種類の仕上げ下地材としての可能性がある。
- (5) 本工法の標準作業量は $20\text{m}^2/\text{人}\cdot\text{日}$ 以上と在来工法に比べ現場作業量が大幅に削減された。
- (6) 試験施工により床型枠として、デッキプレートの使用が可能である。

本工法は、平成4年度建設省建設技術評価制度である「鉄筋コンクリート造建築物の柱・はり型枠の施工合理化工法の開発」に応募し、審査中である。

- 「参考文献」 1) 情報開発：新素材・新技術による建築用型枠の最新動向調査、pp3, 1992, 12
2) 岸谷孝一：日本建築学会論文報告集、65, pp9~16, June1960