

ポリプロピレン製ハニカム構造材料のダムフォーム用型枠材への適用に関する検討

岐阜プラスチック工業(株)

酒井秀樹

福島伸二

鹿島建設(株) 正会員 ○水野浩平

松本信也

橋本 学 取違 剛

菅井貴洋

室野井敏之

1. はじめに

ダムをはじめとする部材断面の大きなマスコンクリートでは、部材表面と内部の温度差によるひずみが生じ、温度ひび割れが発生する場合がある¹⁾。この内部拘束力による温度ひび割れに対しては、コンクリート表面を保温養生し、部材の内外温度差を低減させる手法が有効となる。そのため、マスコンクリートに使用する型枠の性能として、強度、剛性および耐久性等の基本性能に加え、外気温が低くなる冬期の施工において、保温性能が要求される場合がある。

近年、軽量かつ高強度でありながら空気層を含むハニカム構造材料が開発されている。本稿では、ハニカム構造を有する材料をダムフォーム用型枠材として試適用し、その保温性能ならびに適用性について評価した結果を示す。

2. ハニカム構造材料

ハニカム構造は力学的特性上、単位重量あたりの強度が高いため、軽量かつ高強度の部材を実現することが可能となる。本稿で使用したハニカム構造材料の構成を図-1に示す。ハニカム構造材料はポリプロピレン（以下、PPと表記）を基本とする樹脂素材で構成され、その内部に「コア材」と呼ばれるPP製の六角形の中空素材を蜂の巣状に配置した材料である。ハニカム構造材料の表面はPP製であるため、撥水性が高く、また、中空素材を配置しているため空気層が多く含まれており、高い断熱性能を有する材料である。

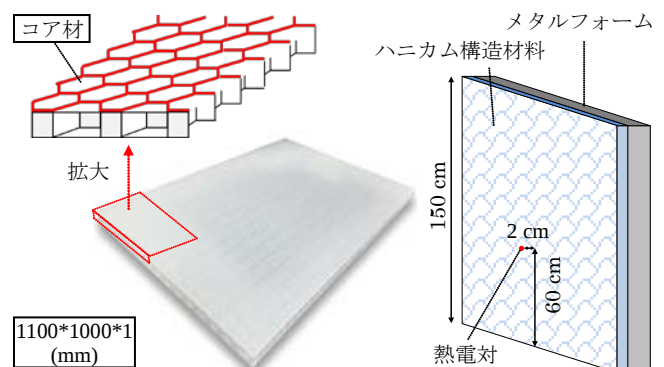


図-1

ハニカム構造材料の構成

図-2

型枠の構成

3. ハニカム構造材料の厚さが保温性能に及ぼす影響

3.1 実験概要

ハニカム構造材料の厚さが保温性能に及ぼす影響を確認するため、ハニカム構造材料をダムフォーム用型枠材として試適用し、計測したコンクリート温度よりその保温性能を評価した。ハニカム構造材料の厚さは1 cm および3 cm の2水準とした。本実験では、ハニカム構造材料にメタルフォームを貼り付けて使用した。コンクリートの温度は、打上がり高さ150 cm に対し、下面から60 cm、型枠表面から2 cm の位置に熱電対を設置することにより計測した。図-2に型枠の構成を示す。

3.2 実験結果

コンクリートの計測温度を図-3に示す。計測期間中のコンクリート温度は、ハニカム構造材料の厚さ1 cm と3 cm のときでほぼ一致し、ハニカム構造材料の保温性能はその厚さに関わらず、ほぼ同程度であった。

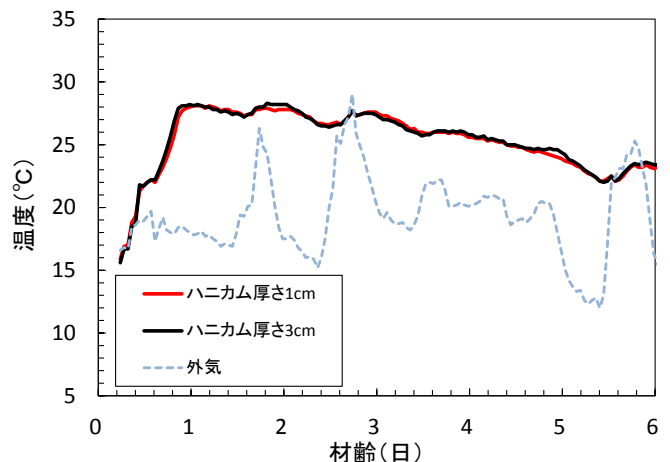


図-3 計測温度

キーワード 温度ひび割れ, 型枠, 表面熱伝達率, 養生,

〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-489-8007

4. ハニカム構造材料の型枠材への適用性評価

4.1 型枠材の製作

前述のとおり、ハニカム構造材料の厚さが1 cmにおいてもその保温効果が確認されたことから、型枠材としての軽量化を図り、厚さ1.6 cm（厚さ1 cmと0.6 cmの2重構造）のハニカム構造材料に鋼製のリブを取り付けた型枠（以下、ハニカム型枠と表記）を作製した。ハニカム型枠の構成を写真-1に、寸法および重量を表-1に示す。表中には比較として、メタルフォームの寸法および重量についても同時に示した。ハニカム型枠の単位重量は19.8 kg/m²であり、メタルフォームの32.5 kg/m²と比較して6割程度の重量であり、軽量化を図ることができた。

4.2 ハニカム型枠の施工性ならびに保温性能評価

ハニカム型枠をダムフォーム用型枠に実適用した。型枠の設置状況を写真-2に示す。3リフト分（1.5 m×3リフト）の施工を実施したところ、コンクリート打込み前後のハニカム型枠の変形は認められなかった。また、メタルフォームと比較して撥水性が高いためケレン作業も軽減されること、および軽量であることから、作業性も向上した。

コンクリートの計測温度を図-4に示す。図中には昼夜間における温度降下の勾配も併せて示した。材齢1日から材齢2日における、ハニカム型枠の昼夜間における温度降下の勾配は0.23℃/hであり、メタルフォームの1.00℃/hと比較して1/4以下に抑制されていた。またその後もいずれの材齢においてもハニカム型枠で温度降下の勾配が1/2程度に抑制されていた。有限要素法を用いた三次元温度解析プログラムにより、同定した表面熱伝達率を表-2に示す。ハニカム型枠の表面熱伝達率は4.0 W/m²℃であり、メタルフォームの14 W/m²℃と比較して小さく、ハニカム型枠の高い保温性能が確認された。

5. まとめ

本検討では、ハニカム構造材料をダムフォーム用型枠材として使用し、その保温性能ならびに施工の適用性について評価した。得られた知見を以下に示す。

- (1) ハニカム型枠は、コンクリート打ち込み前後の変形が認められず、ケレン作業も軽減されダムフォーム用型枠への適用性が確認された。今後、型枠の更なる薄肉化および軽量化を図り、転用回数などの耐久性の評価を実施する予定である。
- (2) 温度計測値および解析により同定した表面熱伝達率から、ハニカム型枠はメタルフォームと比較して優れた保温性能を有することが確認された。

参考文献

1) 十河茂幸・河野広隆：コンクリートの初期ひび割れ対策，セメントジャーナル社
2) マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008，日本コンクリート工学会

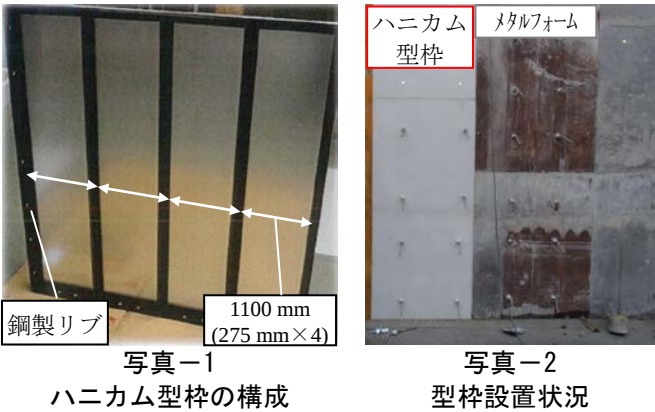


表-1 型枠の寸法および重量

項目	寸法 W*L*H(mm)	1枚あたりの 重量(kg/枚)	1m ² あたりの 重量(kg/ m ²)
ハニカム型枠	1000*1100*61.1	21.8	19.8
メタルフォーム	300*1500*55	14.6	32.5

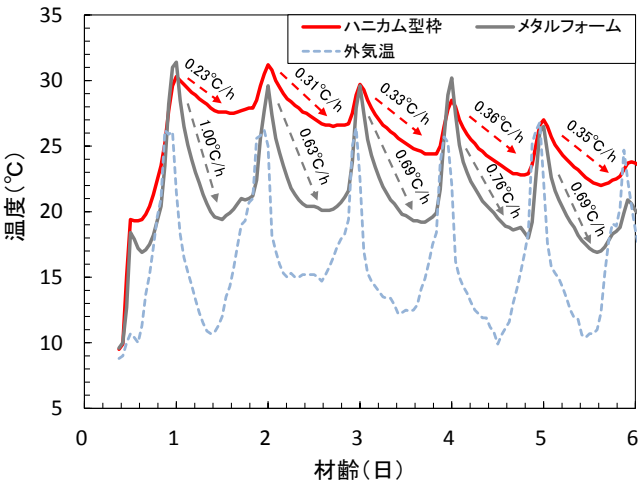


図-4 計測温度

表-2 表面熱伝達率

型枠	表面熱伝達率(W/m ² ℃)
ハニカム型枠	4.0
メタルフォーム	14 ²⁾