

## 超高強度繊維補強コンクリート製融雪パネルの融雪能力についての検討

新潟大学大学院 学 大瀧勝利  
 新潟大学工学部 正 大川秀雄  
 太平洋セメント(株) 中央研究所 正 田中敏嗣

### 1. はじめに

セメントをベースとした反応性粉体をマトリックス相とする繊維補強複合材料(\*RPCM)は、高強度、高流動、高靱性を兼ね備えた新材料として注目されている。また、熱物性値においても優れている。(ちなみに、RPCMの熱伝導率は $2.31\text{W/m}\cdot\text{K}$ で普通コンクリートの1.54倍)更に高強度の為に、部材厚が薄くて済むと言う利点もある。これらの特性の中で、RPCMの熱物性に着目して融雪パネルとしての融雪能力について比較・検討した。

### 2. 実験概要

融雪実験は新潟県十日町市で行った。

融雪パネルは図-1に示すもので、駐車場の一部として使用される。パネルの下はピット状の通路で外気に曝されており、パネル全体がH型鋼骨組みで支えられている。図で上のパネルをパネル1、下のパネルをパネル2とする。パネル1の下面は何もない状態で、パネル2には断熱材が貼ってある。縦160cm、横374.5cm、厚さ7cmのRPCMパネルに、不凍液を通す管(1.65cm)と熱電対が図-1に示すような間隔で配置してある。このパネル上に、雪を載せて平均15cm程度の高さに均した。

不凍液は毎分3Lの一定値で流した。注入液温を20、30、34.5と段階的に上昇させ、各温度段階で、熱電対と流出液温を5分間隔で計測した。なお、パネル2の下端から6cmと左端の交点位置を原点とし、縦方向、横方向共に100cm間隔でサンプラーを使って雪の高さと質量を計測し、雪の初期密度を求めた。また、縦方向は20cm間隔、横方向は100cm間隔の各格子点で雪の高さ変化を30分間隔で計測した。

### 3. 実験結果

雪の初期平均密度は $0.53\text{g/cm}^3$ であった。熱電対

の温度変化の結果を図-2、雪の高さ変化の1例を図-3に示す。

図-2で不凍液の温度が定常状態になったと思われる時間帯に着目する。この時、注入温度20は12:01から1時間のデータに、30の時は14:16から1時間のデータに着目し、この時間帯での熱収支について考察する。(ちなみに、実験開始時刻10:06)

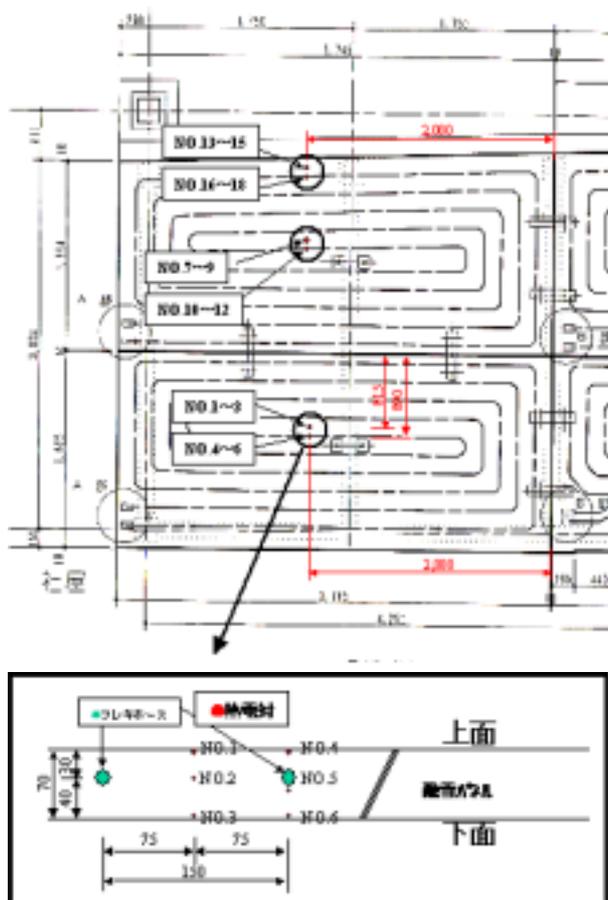


図-1 融雪パネル中の配管と熱電対の位置

### 4. 実験の考察

図-2より不凍液の投入熱量と図-3より融雪熱量を求め、表-2にまとめた。また、図-2の熱電対の値から得られた温度勾配から熱流量を算出し、表-3に示した。表-2で、不凍液の注入温度が30

の時の方が融雪効率が低いのは、解ける過程での含水状態の変化や日差し、気温、風速などの変化の外的要因によるものと思われる。2つの観点から融雪効率先を導き出したが、計算結果を見る限り融雪効率は良いと言える。

5. コンクリートとの比較

実験のRPCMパネルと、同強度程度のコンクリート版（すなわち、厚さが大きい版）とを比較した場合を考える。

RPCMは実験と同条件とし、コンクリートでは管のかぶり3cm、全体で5倍の厚み35cmとして計算する。部材自体を10℃暖めると仮定すると、コンクリートはRPCMに比べて部材全体で約3.6倍の熱量を必要とし、管より上部は約1.1倍、下部は約7.2倍の熱量を必要とする。

このように、コンクリートでは、RPCMと比べて部材自体を暖めるのに多くの熱量と時間がかかる。よって、非定常状態でコンクリートは、RPCMと比べて投入熱量をあまり融雪に使えない。

次に、定常状態ではコンクリート版の表面温度を、RPCMの融雪実験から仮定し、比較する。

管内液温 5.9℃ 表面温度 2.5℃ と仮定した時、コンクリートでの熱流量は 655.7KJ/hr/m<sup>2</sup>、RPCMの熱流量は 1547.7 KJ/hr/m<sup>2</sup> となって、約2.3倍である。同じ温度差である場合、熱流量は熱伝導率と部材の厚さの違いによって差が生じる。なぜなら、コンクリートはかぶり3cmをとらなければならない、さらに熱伝導率がRPCMより小さいからである。よって、RPCM版はコンクリート版より、融雪効率がかなり向上していると言える。

6. まとめ

RPCM版はコンクリート版に比べ、強度があるために薄くて済む利点と、更に熱伝導率が高いことから、熱を効率良く融雪に使用できることが確認された。

<謝辞>：本研究を進めるにあたって、御協力いただきました北越融雪(株)の樋口功社長をはじめ社員の方々、また4年生の山川雄太郎君（現在新潟県庁）に心から感謝を申し上げます。

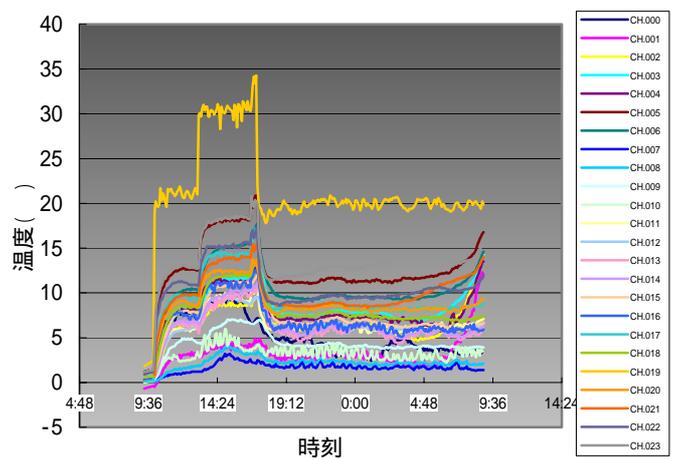


図 - 2 各熱電対での温度変化

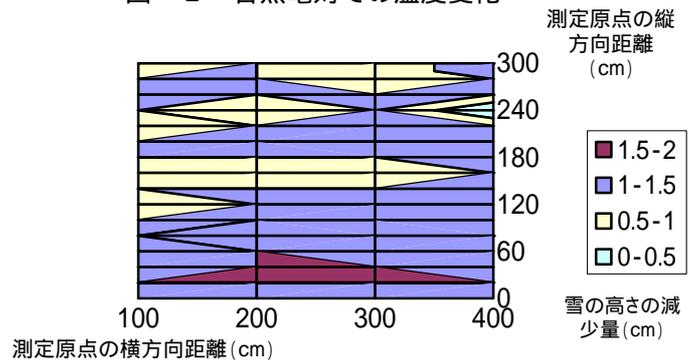


図 - 3 1時間での雪の高さ変化(12:06～)

表 - 2 パネルの熱収支

	投入温度 20		投入温度 30	
	パネル 1	パネル 2	パネル 1	パネル 2
投入熱量	1406.6	1302.4	2041.3	1933.3
融雪熱量	1503.2	2016.5	1099.9	1283.2
融雪効率	106.90%	154.80%	53.90%	66.40%

単位：KJ/hr/m<sup>2</sup>

表 - 3 温度勾配から算出した熱収支

投入温度 20			
パネル 1	5.9	2.5	熱流量 1547.7 KJ/hr/m <sup>2</sup>
	雪 0.5cm 減		879.9 KJ/hr/m <sup>2</sup> (56.9%)
パネル 2	12.7	8.2	熱流量 2059.8 KJ/hr/m <sup>2</sup>
	雪 1.0cm 減		1759.9 KJ/hr/m <sup>2</sup> (85.4%)
投入温度 30			
パネル 1	9.6	5.1	熱流量 2186.8 KJ/hr/m <sup>2</sup>
	雪 1.0cm 減		1759.9 KJ/hr/m <sup>2</sup> (80.5%)
パネル 2	18.0	11.5	熱流量 3018.4 KJ/hr/m <sup>2</sup>
	雪 1.5cm 減		2639.8 KJ/hr/m <sup>2</sup> (87.5%)

\*RPCM：Reactive Power Composite Material の略