

## 超高強度繊維補強コンクリート融雪版の融雪特性に関する検討

太平洋セメント（株） 正会員 ○市川 勝俊  
 福田道路（株） 正会員 田口 仁  
 新潟大学工学部 正会員 大川 秀雄

### 1. はじめに

近年、圧縮強度が 200MPa を超える超高強度繊維補強コンクリート(以下、RPC)が開発され<sup>1)</sup>、用途の 1 つとしてその特性を活かした無散水融雪舗装への適用が期待される。これまで、スラブ状に設置された条件での実験により、RPC 融雪版の高い融雪能力が認められた<sup>2)</sup>。本報告では、路盤に設置された条件で自然エネルギーの利用を想定した比較的低い投入温度での RPC 融雪版の融雪特性について検討した。

### 2. 実験概要

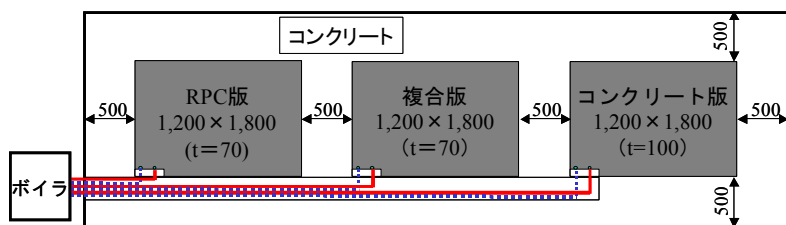
#### (1) RPC の使用材料、配合と物性

表－1 に RPC の使用材料を、表－2 に配合と物性を示す。なお、プレミックスは、セメントを主体とした石英質微粉末および珪砂などの混合粉体である。

#### (2) 融雪版とその設置

図－1 に融雪版の配管平面図を、図－2 にその断面図を示す。融雪版は PCa 製品として製作し、RPC 融雪版（以下、RPC 版）、裏面からの熱損失の低減を目的として裏層にコンクリート（熱伝導率：1.5W/m/k）を配した複合融雪版（以下、複合版）およびコンクリート版の 3 種類を用いた。融雪版の部材厚と放熱管のかぶり厚は、RPC 版と複合版では RPC の強度特性および耐久性から決定し、コンクリート版では従来のコンクリート製の融雪舗装断面<sup>3)</sup>を参考にして決定した。

融雪版は、新潟県北魚沼郡小出町にあるアスファルトプラントの駐車場に敷設した。融雪版の下層は 150mm 厚のクラッシュラン(C40)とした。図－3 のように、他の融雪版の影響を受けないようにそれぞれ配置させ、その周囲にコンクリートを打ち込んだ。なお、各融雪版とボイラとは個別に配管した。



図－3 融雪版の配置図

#### (3) 実験項目および方法

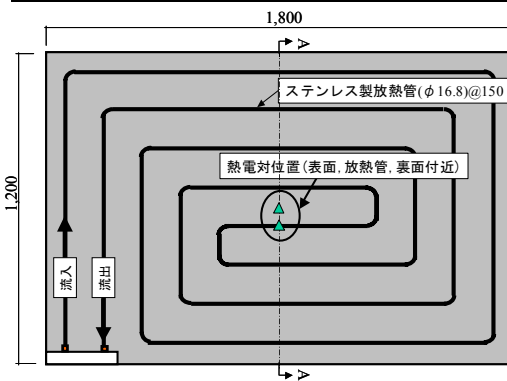
実験は平成 16 年 1 月下旬から 3 月初旬まで実施し、融雪版表面に新雪が 70～300mm 積もってから融雪を開始した。融雪版への給熱は、放熱管にボイラで加熱した不凍液を流して行った。不凍液の流入温度は地下水熱

表－1 RPC の使用材料

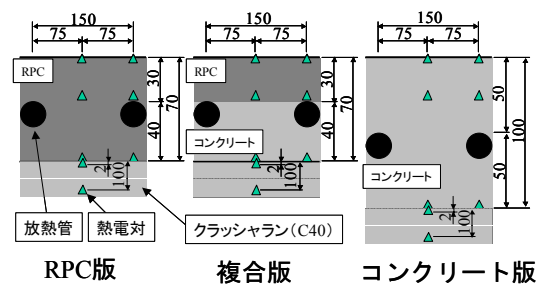
| 材料         | 種類・性状        |
|------------|--------------|
| プレミックス(PM) | RPC プレミックス粉体 |
| 混和剤(Ad)    | ポリカルボン酸系減水剤  |
| 鋼繊維(FS)    | Φ0.2×15mm    |
| 水(W)       | 水道水          |

表－2 RPC の配合と物性

| 単位量(kg/m <sup>3</sup> )    |      |     |          |
|----------------------------|------|-----|----------|
| W                          | PM   | FS  | Ad(W 内割) |
| 180                        | 2254 | 157 | 24       |
| 圧縮強度：210MPa、曲げ強度：45MPa     |      |     |          |
| 熱伝導率：2.31W/m/k             |      |     |          |
| 耐摩耗性：1.0mm (ASTM-C-779 準拠) |      |     |          |



図－1 融雪版の配管平面図



図－2 融雪版の断面図（熱電対位置）

キーワード 融雪，高強度繊維補強コンクリート，RPC，熱効率，舗装

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2丁目4番2号 TEL 043-498-3852

を想定して 10、13 および 20℃とし、その流量は 0.23、0.46 および 0.93L/min/m<sup>2</sup>と変化させた。熱電対によって外気温ならびに図－2 に示す各融雪版の内部温度と路盤温度を、白金測温抵抗体によって不凍液の流入出温度をそれぞれ 5 分間隔で測定した。雪高さ変化量（融雪量）は、融雪版上の雪の平均高さが得られるように所定の測定点（26 点）において 60 分間隔で測定した。また、融雪中の降雪による影響を考慮するために、融雪版付近で降雪による雪高さを別途測定した。

### 3. 実験結果および考察

図－4 に、累積融雪高さの経時変化の一例を示した。融雪量は、RPC 版、複合版、コンクリート版の順に多い結果となった。

図－5 に、放熱管内流入出温度の経時変化の一例を示した。表－3 は、これ

ら温度履歴から定常状態になったと考えられる時間帯の給熱量、融雪熱量および融雪効率（＝融雪熱量／給熱量×100）を示した。なお、融雪版への給熱量は温度履歴と不凍液流量から算定し、融雪熱量は雪高さ変化量から求めた。RPC 版と複合版への給熱量は、コンクリート版に比較してそれぞれ約 30%、約 10%大きくなり、融雪熱量ではそれぞれ約 35%、約 20%大きくなった。融雪効率については、投入温度 10℃および 13℃において、両版はコンクリート版より 5～10%程度高い傾向を示し、融雪速度が早いことが示唆された。これらから、RPC を用いた融雪版は、既往の結果<sup>2)</sup>と同様に高い融雪性能を有し、低温度エネルギーにおいても効率的に利用できることが認められた。なお、投入温度 20℃で RPC 版の融雪効率が小さくなった。これは、放熱管のかぶり厚に対してその配管間隔が大きいいため、放熱管上部の表面で局部的に融雪され、架橋効果によって空洞が生じたことが原因と推察される。これより、放熱管のかぶり厚とその配管間隔の関係について配慮が必要である。

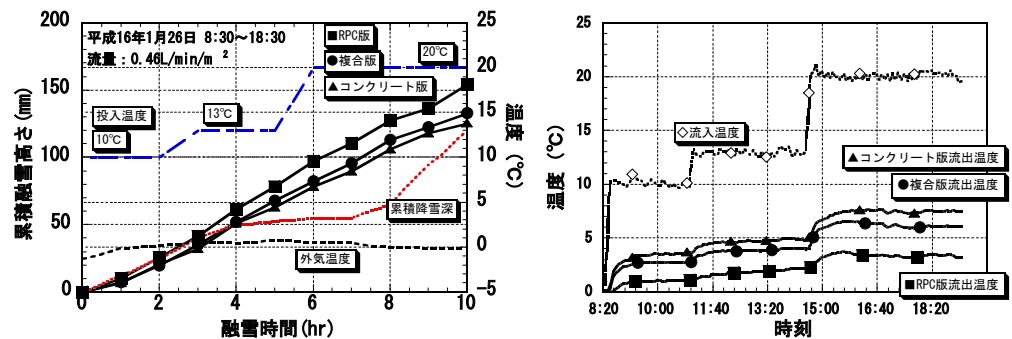
図－6 に、融雪運転開始から定常状態になるまでの所要時間を示した。RPC 版と複合版の所要時間は、投入温度が低い条件で、コンクリート版よりも短くなる傾向があり、温度応答性が良好であることが認められた。なお、融雪版裏面から路盤への放熱率は、いずれの融雪版も給熱量の 10%程度であった。

### 4. まとめ

RPC を用いた融雪版は、従来のコンクリート融雪版よりも融雪性能が高く、地下水熱などを効率的に利用できたことから、十分な融雪性能を有することが認められた。今後は、RPC を用いた融雪版固有の温度応答性や融雪効率などに基づいて、最適な融雪運転の制御方法の検討が必要である。

### 参考文献

- 1) 下山,鶴沢,ダクトルの特性と応用分野,太平洋セメント研究報告,第 142 号,pp.55-62、2) 大瀧,大川,田中,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,土木学会第 58 回年次学術講演会講演梗概集,V-595,pp.1187-1188,2003、3) 路面消・融雪施設等設計要領,(社)日本建設機械化協会北陸支部

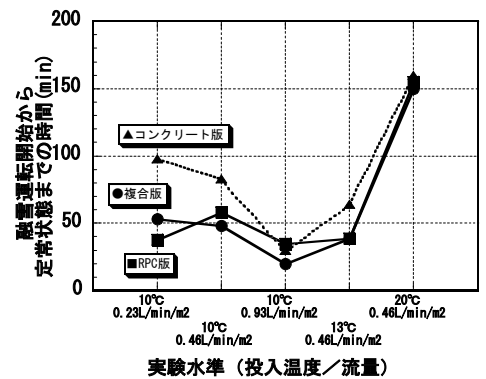


図－4 累積融雪高さの経時変化

図－5 放熱管の流入出温度の変化

表－3 給熱量、融雪熱量および融雪効率

| 投入温度 | 流量                       | 上段：給熱量(W/m <sup>2</sup> )<br>中段：融雪熱量(W/m <sup>2</sup> )<br>下段：融雪効率(%) |     |         | 実験日       |
|------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|---------|-----------|
|      |                          | RPC版                                                                  | 複合版 | コンクリート版 |           |
|      |                          |                                                                       |     |         |           |
| 10℃  | 0.23L/min/m <sup>2</sup> | 143                                                                   | 121 | 115     | 2004/2/6  |
|      |                          | 157                                                                   | 119 | 103     |           |
|      |                          | 110                                                                   | 98  | 89      |           |
| 10℃  | 0.46L/min/m <sup>2</sup> | 279                                                                   | 228 | 206     | 2004/1/23 |
|      |                          | 281                                                                   | 214 | 156     |           |
|      |                          | 101                                                                   | 94  | 76      |           |
| 13℃  | 0.46L/min/m <sup>2</sup> | 321                                                                   | 265 | 245     | 2004/1/27 |
|      |                          | 285                                                                   | 299 | 230     |           |
|      |                          | 89                                                                    | 113 | 94      |           |
| 20℃  | 0.46L/min/m <sup>2</sup> | 267                                                                   | 227 | 222     | 2004/3/3  |
|      |                          | 180                                                                   | 196 | 180     |           |
|      |                          | 67                                                                    | 86  | 81      |           |



図－6 定常状態までの所要時間