

## R 4 1 歩道融雪施設の高効率化について

北陸地方整備局 富山河川国道事務所 機械課 府録 英雄

### 1. はじめに

近年、冬季の歩道空間確保として、車道散水施設の水源井を利用した歩道無散水融雪が行われている。この方式は地下水を有効利用したシステムであるが、車道散水方式と歩道無散水方式では施設の消雪効率が違うため運転時間に差が出てしまう。また、長時間予熱運転が必要な歩道無散水融雪は、地下水を浪費してしまう。加えて、既設の歩道舗装がインターロッキングブロック（ILB）の場合は、熱伝導が悪いため、長時間運転が必要となりランニングコストが増加してしまうのである。その対応策としては、還元井戸を設置するか、熱伝導性を高めた舗装材の開発が必要である。

R41号歩道融雪施設では、舗装復旧材に高熱伝導インターロッキングブロックを採用することで、同一の地下水熱源を使用し、車道散水消雪と歩道無散水融雪を同時運転管理することで、地下水の節水効果を高め同時にコストの縮減を計ることができた。

### 2. 高熱伝導舗装試験方法

#### 2-1. 熱伝導性能試験

従来のインターロッキングの熱伝導をよくするため、熱伝導性能の高い材質を混入させた厚さ 30 mm のインターロッキングブロックを 6 種類作成し、その熱伝導率と曲げ強度の測定を行った。

表 2-1 舗装性能試験条件（基準値等）

対象道路	:	富山 国道41号歩道
舗装	:	ILB舗装（高熱伝導舗装材）
舗装厚さ	:	ILB t = 30 mm 特殊品
許容曲げ応力度	:	ILBの基準値 5 MPa 以上
熱伝導率	:	通常のILBの値以上である事。

厚さ 30 mm の ILB は、橋梁部等に使用されている特殊品である。

表 2-2 高熱伝導舗装サンプルの材質

通常材料 ILB	
添加物	添加率
なし	
アルミナ	10 %
アルミナ	20 %
炭化ケイ素	10 %
炭化ケイ素	20 %

ケイ砂使用 ILB

添加物	添加率
なし	
炭化ケイ素	15 %

表 2-3 試験方法

1) 曲げ強度試験 試験方法：JASS7M101 試験点数：サンプル 5 点 基準強度：5MPa
2) 熱伝導率試験 試験方法：JISA1452 熱流法 試験点数：サンプル 5 点 試験温度：0

混入率は容積比で示し、混入率と等しい砂分を除去した。

#### 2-2. 融雪性能の評価方法について

富山市内の国道 41 号歩道融雪工法の地下水循環融雪システムは、標準融雪幅員 2.0 m に対して、放熱部 1.5 m、送集水管幅 0.5 m の内訳となっている。その放熱部の融雪性能評価は、従来型の標準インターロッキングブロックと今回試作し開発された改良型高熱伝

導インターロッキングブロックについて、熱伝達の時間(設計出力に到達するまでの時間)を試算し、放熱パネルの熱伝達性能を評価した。試算条件：路面温度 = 0、地下水温度 = 15、融雪必要熱量 = 168.0 W/m<sup>2</sup>、上部放熱量 = 151.2 W/m<sup>2</sup>

### 3. 高熱伝導試験結果

#### 3-1. 性能試験(熱伝導率、許容曲げ応力度)結果

6種類のインターロッキングブロック試験体と2種類の標準品の性能試験結果を表3-1に示す。

表 3-1 性能試験結果一覧表

項目	サンプル	許容曲げ応力度 Mpa		熱伝導率 W/m		概算コスト 円/m <sup>2</sup>	
通常ILB	添加物なし	8.25	165%	1.02	100%	5,000	100%
	アルミナ 10%	7.24	145%	1.09	109%	8,700	174%
	アルミナ 20%	6.83	136%	1.28	128%	12,100	242%
	炭化ケイ素 10%	6.24	125%	1.20	120%	8,700	174%
	炭化ケイ素 20%	5.91	118%	1.44	144%	12,100	242%
ケイ砂ILB	添加物なし	8.28	165%	1.38	135%	6,900	138%
	炭化ケイ素 15%	9.69	194%	1.67	164%	10,900	218%
点字ブロック	添加物なし	-	-	0.97	95%	-	-

熱伝導率の割合は、添加物なしのサンプルを 100%として表示。  
許容曲げ応力度% 基準値：ILB = 5 MPa を 100%として表示。

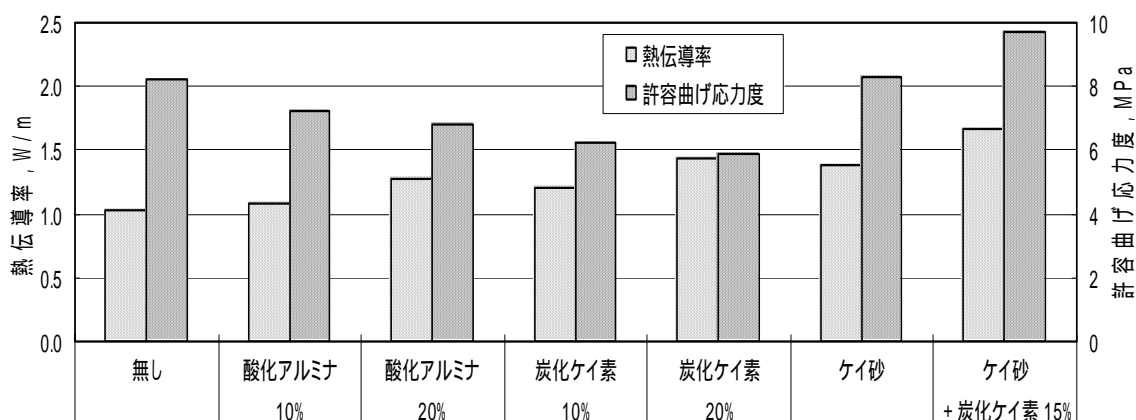


図 3-1 性能試験結果

#### 3-2. 高熱伝導インターロッキングブロックの仕様

表3-1に示すように t=30 mm の添加物なしの標準品インターロッキングブロックは、熱伝導率 1.02 W/m<sup>2</sup>、材料コスト約 5,000 円/m<sup>2</sup>である。この値を基準に各熱伝導率と材料コストを比較すると、熱伝達性能の増加割合に比べて材料コストの増加率が大幅に高傾向を示した。従って今回採用する材質は、コストと性能のバランスを考慮して、ケイ砂を使用したインターロッキングブロックとした。また、許容曲げ応力度については、すべての試験体で基準強度を満足したが、添加量が多いほど、その曲げ強度は低下傾向を示した。

以上より高熱伝導インターロッキングブロックの材質は、以下のとおりとした。

高熱伝導ILBの仕様 一般歩道部： t = 30 mm 特殊品ケイ砂 ILB (添加物なし)

#### 3-3. 高熱伝導性能と融雪効果

高熱伝導インターロッキングブロック(ケイ砂タイプ)と通常インターロッキングブ

ック 60mm と 30mm の 3 ケースについて、上部放熱量と所定熱量到達時間を試算した結果を表 3-2、図 3-3 に示す。

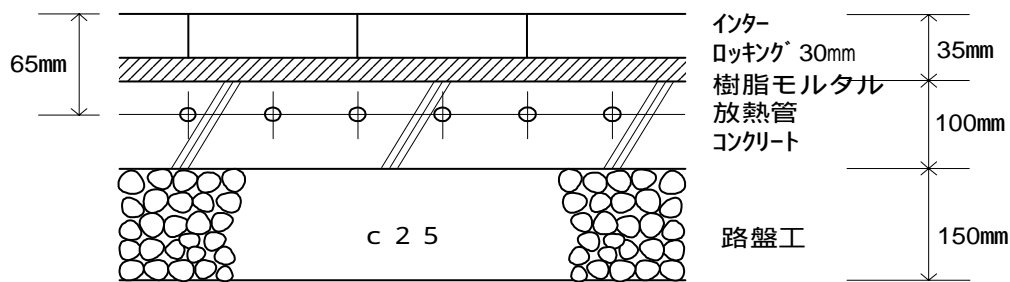


図 3-2 熱伝達計算モデル

表 3-2 上部放熱量と所定熱量到達時間

インターロッキング <sup>®</sup> 材料	放熱管埋設深度	上部放熱量105.8 W/m <sup>2</sup> (設計の70%)	上部放熱量151.2 W/m <sup>2</sup> (設計の100%)
高熱伝導ILB t = 30 mm	65 mm	13分	20分
標準材料ILB t = 30 mm	80 mm	35分	70分
標準材料ILB t = 60 mm	95 mm	86分	(到達しない)

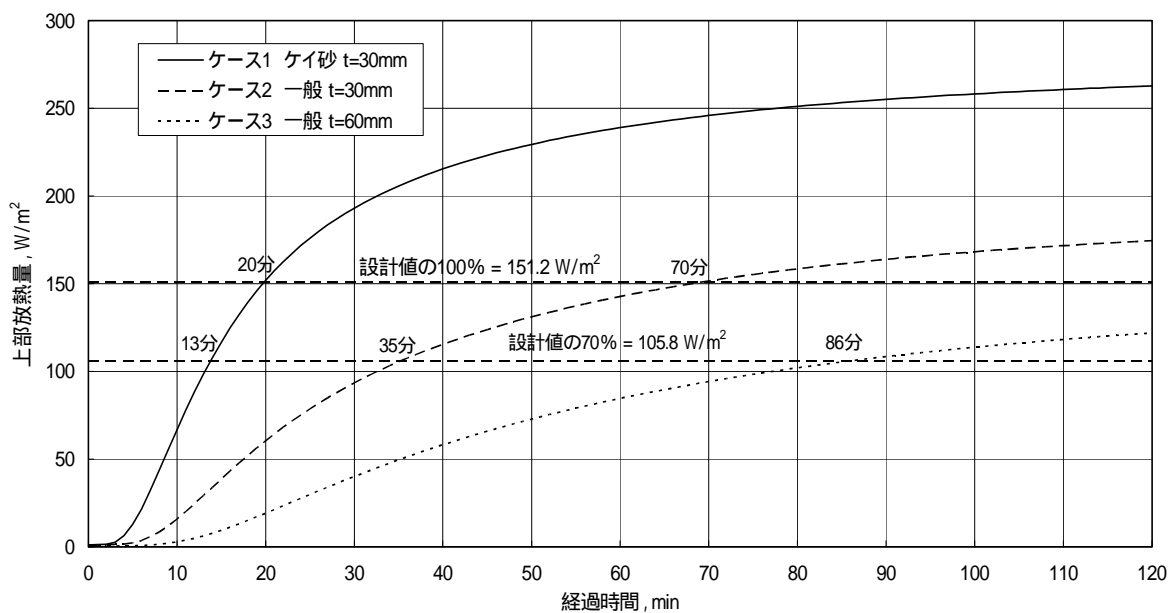


図 3-3 上部放熱量と所定熱量到達時間

高熱伝導インターロッキングブロック (t = 30 mm) は、標準的インターロッキングブロック (t = 60 mm) の所定熱量到達時間の 15% 程度の時間となっており、設計上部放熱量の 70% の 105 W/m<sup>2</sup> の出力で 13 分、設計上部放熱出力で 20 分程度と試算された。これは、従来のインターロッキング舗装 (t = 60 mm) の設計上部放熱出力約 240 分の 1/10 程度に短縮されたことになる。

従って無散水融雪施設にみられる予熱運転等は不要であり、車道消雪施設と同様の運転制御を行った場合でも、歩道の融雪能力の確保は可能となると判断される。

### 3-4. 開発効果

#### 3-4-1. 融雪効果

平成 14 年度に高熱伝導インターロッキングブロックを利用した融雪工事は、富山市千石町地内 R41 号歩道で施工した。当区域の車道には消雪パイプが敷設してあり、既設水源井を利用して歩道無散水後に車道散水する方式である。今回の歩道工事は、開発した高熱伝導インターロッキングブロックを採用し、H14 年 12 月に融雪幅員 2 m で約 1,300 m<sup>2</sup> の無散水歩道が完了した。その後 H15 年 1 月以降の降雪に際しても、車道散水と同様の運転制御で歩道の融雪効果は十分であった。その状況写真を以下に示す。



図 3-4 施工状況（高熱伝導 ILB）



図 3-5 歩道融雪状況（1月6日）

### 3-4-2. 開発効果

高熱伝導舗装の開発により地下水の節水とコスト縮減に対してその効果を試算し表 3-3 に示す。

表 3-3. 開発効果一覧表

対応策	高熱伝導インターロッキング	通常インターロッキング
地下水 節水効果	○降雪検知機による運転 運運転時間 7h × 26 回 = 182h	○予熱運転、各 2 時間 (7h + 2h) × 26 回 = 234h
	78%	100%
ランニング コスト	○取水ポンプ 22kw 3ヶ月 182時間 160,400	○取水ポンプ 22kw 3ヶ月 234時間 170,700
	94%	100%
イニシャル コスト	○工事費増工分試算 高熱伝導インターロッキング 1000 m <sup>2</sup> × 2000 = 2,000,000	○工費増工分試算 還元井戸 300 × 100m 制御盤改造 10,000,000
	20%	100%

### 4. まとめ

インターロッキングブロックを使用した無散水融雪施設は、従来その熱伝導率が悪く、融雪性能が低下すること、また予熱運転の増加により地下水の浪費やコストが高価となること、そのための運転制御が複雑となること等の問題点があった。しかし、熱伝導の良い材料を利用したインターロッキングブロック（t = 30 mm）を使用することにより、その熱伝達性能がアップし車道散水消雪と同様の運転制御が可能となり、地下水の節水とコストの縮減に貢献した。

今回は既設のインターロッキングブロックでの復旧がもとめられていたが、今後はもっと色々な舗装への採用が期待される。