

Graphite を 重合した Graphite-Expended Polystyrene

Insulation(G-EPS)の 熱特性

カンジェシク, イスンオン, チェキョンソク、ジョンヨンソン
韓国建設技術研究員 建築都市研究部

**Thermal conductivity of expended polystyrene insulation
with polymerized graphite(G-EPS)**

Jae-Sik KANG, Seung-Eon LEE, Gyoung-Seok CHOI, Young-Sun JEONG
Korea Institute of Construction Technology, Building & Urban Research Dept

Abstract : The quality of building insulation materials has a direct relation to the heating and air-conditioning energy consumption of the building. Various countries in the world, including Korea, are strengthening the required performance and the standards of a thermal insulation of a building as a basic measure of economizing the energy consumption of a building. The objective of this research is to provide the basic experimental data for thermal insulation design standard of buildings. We tested the thermal conductivity of insulation expended polystyrene insulation with polymerized graphite (G-EPS). The result of the research showed, the thermal conductivity of expended polystyrene insulation seemed to decrease as low as 15~20% in accordance with polymerized graphite.

Key Words : expended polystyrene, insulation, graphite, building

要旨 : 持続的な油価の上昇と気候変化の協約による国家の対応戦略として建築物と産業設備などに使われる断熱材の性能の重要性が強調されている。建築物で断熱材は建物のエネルギー性能と室内熱環境に直接的な影響を与える。本研究では従来の発砲ポリスチレン断熱材にグラパイト成分の添加剤を重合させて作ったグラパイト重合型発砲ポリスチレン断熱材の熱環境を評価し、他の建築物断熱材としての実用化可能性を検証した。試験結果、グラパイト成分を重合した発砲ポリスチレンの熱伝導率は密度 15kg/m³ の場合 0.034 W/mK 以下、密度 20kg/m³ の場合 0.033 W/mK 以下、密度 25kg/m³ の場合 0.032 W/mK 以下、密度 30kg/m³ の場合が 0.031 W/mK 以下であって 従来の発砲ポリスチレンに比べて同一密度で 15%~20% 熱伝導抵抗が向上することが分かる。

キーワード : expended polystyrene, 断熱材, graphite, 建物

1. はじめに

建築での断熱は建物のエネルギー消費節減(省エネルギー)のための一番基本的な方法で、冷暖房負荷とエネルギー消費に直接的な関連があり、建物エネルギー節約の基本であると言える。建物外被の断熱性能は使う断熱材の密度及び熱伝導率などの熱性能によって決まる。したがって断熱材の性能は建物のエネルギー節約に直接つながる重要な問題である。

建築物で断熱材として一般的に使われている発砲ポリスチレン断熱材は最近に入ってその断熱性を高められる多様な技術開発と素材開発が行っており、従来の

断熱性能を向上させた新技術製品が開発されている。本研究は韓国で建築物の断熱材で一番広く使われている発砲ポリスチレン断熱材にグラパイト成分を重合して断熱材内部の熱伝達、特に輻射による熱伝達量を相当改善したグラパイト重合型発砲ポリスチレンについての熱環境の特性評価をその目的にした。

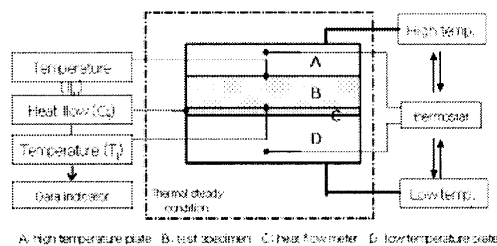
2. 熱性能の実験方法

熱伝導率の測定は ASTM C 518 (Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus) と ISO

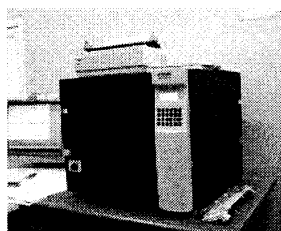
8301(Thermal Insulation-Determination of Steady-State Thermal Resistance and Related Properties)、KS L 9016(保温材の熱伝導率の測定方法)の測定方法の熱伝導率測定器機を使った。図 1. は本研究で使われた平板熱流計法の試験機器の測定原理及び構成図である。熱伝導率測定のために高温側は 33℃、低温側は 7℃に平均温度を $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ に設定して熱伝導率の数値を計算するために断熱材試片の高温側と低温側の両面の表面温度(T_u , T_l)と熱流計によって測定された通過熱流量 (Q_t)、そして断熱材試片の厚さ(d)を測定した。定常の状態に 10 分おきに 5 回測定して熱伝導率を計算し、その平均を測定熱伝導率の数値にした。また、試片の密度は小数点第 2 位で四捨五入し、熱伝導率の測定数値は小数点第 4 位で四捨五入して表記した。試片は密度を 4 等級に大きく分けてそれぞれ 60 個を測定した。

表 1. 熱伝導率測定器の概要

熱伝導率(λ) 測定範囲	0.015~0.43 W/mK
正確度	$\pm 2\% \sim \pm 5\%$
再現性	$\pm 1\%$
測定試片の大きさ	300mm×300mm, $d=5 \sim 100\text{mm}$



a) 平板熱流計法 試験機器の構成図



b) 試験装置

図 1. 平板熱流計法 試験機器及び 構成図

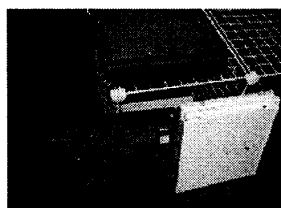


図 2. 試験体

(左: グラパイト EPS, 右: 一般 EPS)

3. 熱性能実験の結果

1) 密度 30 kg/m³ 以上の充填型ビッド法断熱材の実験結果

図 3. のように密度 30 kg/m³ 以上のグラパイト重合型発砲ポリスチレン断熱材に対する総 60 回の熱伝導率の実験結果は 0.030~0.031 W/mK であった。この時の密度は 30.0~30.6 kg/m³ の範囲を見せており、一部試片の場合、密度が 33.0 kg/m³ を超過する場合も発生した。

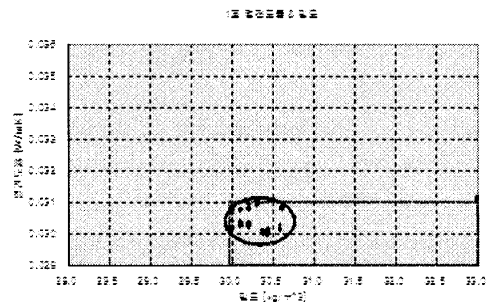


図 3. 密度 30 kg/m³ 以上のグラパイト重合型発砲ポリスチレン断熱材の熱伝導率

2) 密度 25 kg/m³ 以上の充填型ビッド法断熱材の実験結果

図 4. のように密度 25 kg/m³ 以上のグラパイト重合型発砲ポリスチレン断熱材に対する総 60 回の熱伝導率の実験結果は 0.031~0.032 W/mK であった。この時の密度は 25.0~25.5 kg/m³ の範囲を見せており、一部試片の場合、密度が 27.0 kg/m³ 内外であった。

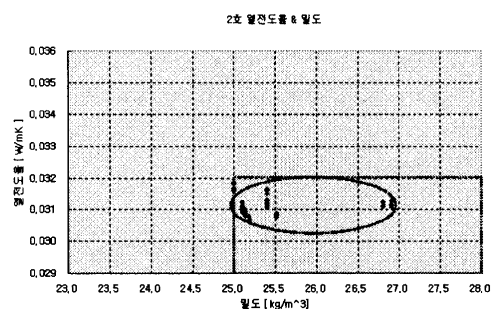


図 4. 密度 25 kg/m³ 以上のグラパイト重合型発砲ポリスチレン断熱材の熱伝導率

3) 密度 20 kg/m³ 以上のグラパイト重合型発砲ポリスチレン断熱材の実験結果

図 5. のように密度 20 kg/m³ 以上のグラパイト重合型発砲ポリスチレン断熱材に対する総 60 回の熱伝導率実験結果は 0.031~0.032 W/mK であった。この時の密度は 20.0~21.1 kg/m³ の範囲を見せた。

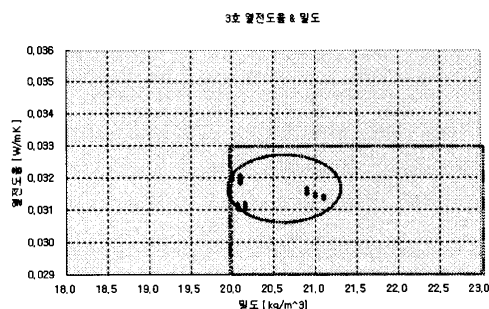


図 5. 密度 20 kg/m³ 以上のグラファイト重合型発砲ポリスチレン断熱材の熱伝導率

4) 密度 15 kg/m³ 以上のグラファイト重合型発砲ポリスチレン断熱材の実験結果

図 6. のように密度 15 kg/m³ 以上のグラファイト重合型発砲ポリスチレン断熱材に対する総 60 回の熱伝導率実験結果は 0.032~0.034 W/mK であった。この時の密度は 15.0~16.8 kg/m³ の範囲を見せた。

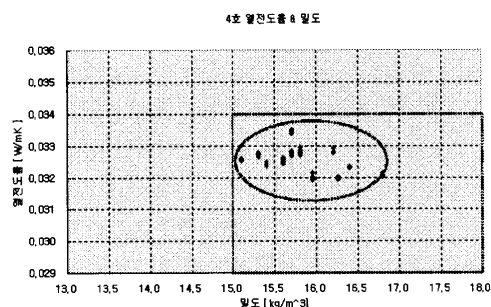


図 6. 密度 15 kg/m³ 以上のグラファイト重合型発砲ポリスチレン断熱材の熱伝導率

4. 考察

グラファイト重合型発砲ポリスチレン断熱材に対してその密度をそれぞれ 15 kg/m³、20 kg/m³、25 kg/m³、30 kg/m³の 4 等級で区分して熱伝導率を実験した結果、図 7. のように密度が 15 kg/m³ 以上の断熱材の熱伝導率は 0.032~0.034 W/mK であったし、密度が 20 kg/m³ 以上の断熱材は 0.031~0.032 W/mK、密度が 25 kg/m³ 以上の断熱材は 0.031~0.032 W/mK、密度が 30 kg/m³ 以上の断熱材の熱伝導率は 0.030~0.031 W/mK であった。したがってグラファイトを重合した発砲ポリスチレン断熱材(G-EPS)は一般発砲ポリスチレン断熱材(EPS)に比べて同一厚さで 15~20% 断熱性能が向上したことが分かる。

表 1. 密度 30 kg/m³ 以上の試料に対する熱伝導率実験の結果

試料	密度 (kg/m ³)	熱伝導率 (W/mK)	試料	密度 (kg/m ³)	熱伝導率 (W/mK)
1	30.0	0.030	31	30.4	0.030
2	30.0	0.030	32	30.4	0.030
3	30.0	0.030	33	30.4	0.030
4	30.0	0.030	34	30.4	0.030
5	30.0	0.030	35	30.4	0.030
6	30.0	0.031	36	30.4	0.030
7	30.0	0.031	37	30.4	0.030
8	30.0	0.031	38	30.4	0.030
9	30.0	0.031	39	30.4	0.030
10	30.0	0.031	40	30.4	0.030
11	30.1	0.030	41	30.6	0.030
12	30.1	0.030	42	30.6	0.030
13	30.1	0.030	43	30.6	0.030
14	30.1	0.030	44	30.6	0.030
15	30.1	0.031	45	30.6	0.030
16	30.2	0.030	46	30.6	0.031
17	30.2	0.030	47	30.6	0.031
18	30.2	0.030	48	30.6	0.031
19	30.2	0.030	49	30.6	0.031
20	30.2	0.030	50	30.6	0.031
21	30.2	0.031	51	33.0	0.031
22	30.2	0.031	52	33.0	0.031
23	30.2	0.031	53	33.0	0.031
24	30.2	0.031	54	33.0	0.031
25	30.2	0.031	55	33.0	0.031
26	30.3	0.031	56	36.4	0.031
27	30.3	0.031	57	36.4	0.031
28	30.3	0.031	58	36.4	0.031
29	30.3	0.031	59	36.4	0.031
30	30.3	0.031	60	36.4	0.031

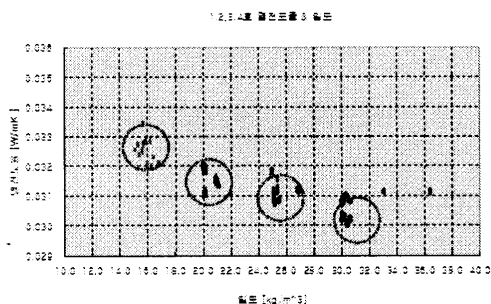


図 7. グラファイト重合型発砲ポリスチレン断熱材熱伝導率の総合実験結果

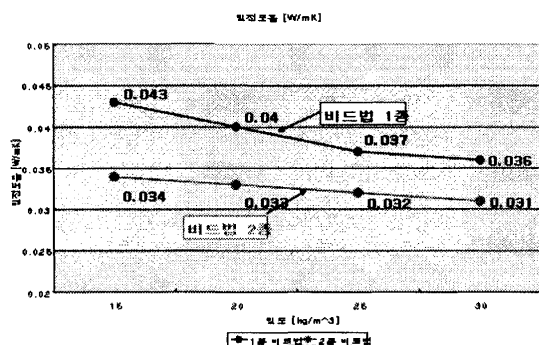


図 8. 一般 EPS とグラパイト重合型 G-EPS の熱伝導率比較

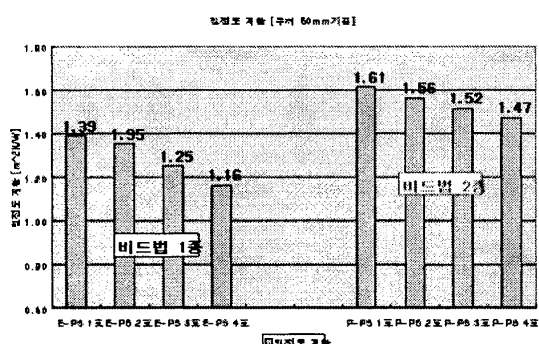


図 9. 一般 EPS とグラパイト重合型 G-EPS の熱伝導抵抗比較

5. 文献

カンセゼシク 外、「建築断熱材の長期経年変化による熱伝導率変化に関する実験研究」、大韓建築学会学術発表論文集 22 冊、1 号、p. p. 485~488、2002
 カンセゼシク 外、「建築断熱材の長期経年変化による熱伝導率変化に関する実験研究 II」、韓建築学会学術発表論文集、23 冊、1 号、p. p. 605~608、2003

ホンゼギ、ソンザンヨル、「建築断熱材の熱伝導率に関する実験的研究」、大韓建築学会論文集、23 冊、123 号、p. p. 87~92、1985

イハクギ、キムミョンジン、「発砲性断熱材を使った建物外壁の劣化性能に関する研究」、大韓建築学会学術発表論文集、5 冊、2 号、p. p. 267~270、1985

コジンス 外、「建築物の屋上断熱材の水気蓄積現象に関する実験研究」、大韓建築学会学術発表論文集、16 冊、1 号、p. p. 495~498、1996

韓国建設技術研究員、建築物の断熱設計及び施工システム開発研究報告書、1997

韓国建設技術研究員、建築物省エネ設計基準説明会教材、2001

イサンウ 外、『建築環境計画では』、テリム文化社、

1996

韓国標準協会、韓国産業規格 KS A 0006 試験場所の標準状態、2001

韓国標準協会、韓国産業規格 KS L 9016 保温材の熱伝導率測定方法、2000

韓国標準協会、韓国産業規格 KS M 3808 発砲ポリスチレン保温材、1997

韓国標準協会、韓国産業規格 KS L 9102 人組み鉱物繊維保温材、1997

ISO, ISO 11561 Ageing of thermal insulation materials- Determination of the long-term change in thermal resistance of closed-cell plastics, 1999

ASTM, ASTM C 1104 Standard Test Method for Determining the Water Vapor Sorption of Unfaced Mineral Fiber Insulation, 1998

日本建築学会建築材料の熱・空気・湿気 物性値、2001
 エキョンソク、共同住宅の長寿命化及び再生のための IHCS 標準モデル開発、大韓建築学会春季学術発表論文集、2003.

カンジェシク、イスンオン、共同住宅の熱性能向上方案研究、研究報告書、韓国建設技術研究員、1996.
 建設交通省、共同住宅の底暖房システム開発及び実用化、研究報告書 1998.

カンジェシ、ジョドンウ、共同住宅底暖房システムの性能改善研究、研究報告書、韓国建設技術研究員、1996.

<連絡先>

著者名 Kang, Jae-sik

住所

所属 Korea Institute of Construction Technology

E-mail アドレス jskang@kict.re.kr