

断熱材を有する RC 造玄関土間モルタル層の破壊荷重推定方法について

正会員 ○鈴木 邦康 1* 同 濱 幸雄 2**
同 小浦 孝次 3**モルタル 破壊荷重 断熱材
弾性支承梁 マトリックス法

1. はじめに

鉄筋コンクリート (RC) 造マンションにおいて、玄関土間の表面結露を防止するために断熱材を埋め込んだ場合、靴のかかとなどによる部分的な荷重により仕上げモルタルにひび割れが発生することがある。しかし、このような断熱構造の耐圧性能については明らかとなっていない。

そこで本報では、断熱材の種類と厚さを変えて実験するとともに、実験値と 2 次元弾性支承梁モデルに置換して求めたモルタル層の破壊荷重計算値との比較を行い、解析方法の妥当性について検討した。

2. 円柱試験体による実験

2.1 実験の概要

試験体の概要を表-1 及び図-1 に示す。試験体は、図-1 に示すように $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱形で、下地コンクリートの上に断熱材、モルタル層として製作した。断熱材は弾性率の異なるビーズ法ポリスチレンフォーム 4 号

表-1 試験体一覧

試験体記号	断熱材		モルタル層の厚さ (mm)
	記号	厚さ (mm)	
A3	A	3	27
A6		6	24
A9		9	21
B3	B	3	27
B6		6	24
B9		9	21

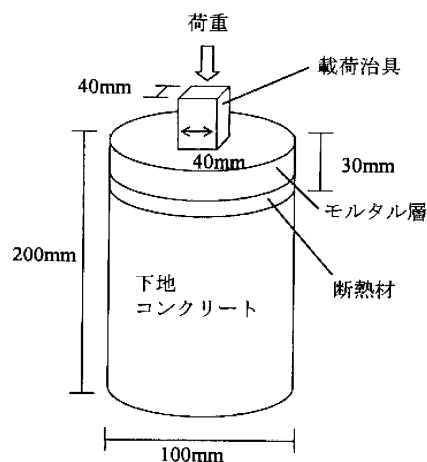


図-1 試験体

(断熱材 A) 及び特号 (断熱材 B) の 2 種について、それぞれ厚さを 3, 6, 9mm の 3 種とし、同一の試験体を 2 体ずつ製作した。モルタル層の厚さは、断熱材との合計が 30mm となるように設定した。表-2 にモルタルの調合及び強度試験結果を、表-3 に断熱材の基本性能を掲げた。また、下地コンクリートの圧縮強度は 40.8kN/mm^2 である。載荷は、試験体上面の中心に断面が $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ の鋼製の治具を介して行った。

2.2 実験結果及び考察

表-4 の実験値の欄に実験の結果得られた最大荷重を、写真-1 に破壊状況の一例を示す。また、図-2 は同種 2 体の最大荷重の平均値と断熱材の厚さの関係を示したものである。

まず、破壊状況についてみると写真に見られるように、モルタル層はいずれも載荷治具周囲にひび割れが発生して破壊した。

次に、図-2 に示す最大荷重についてみると断熱材が厚いものほど小さくなっているが、これは断熱材が厚いものではモルタルの厚さが薄くなるためである。また、断熱材の種類が異なる試験体を比較すると、弾性率の大きい断熱材 B の最大荷重のほうが幾分大きい値となっている。

表-2 モルタルの調合及び強度試験結果

W/C (%)	単位容積質量 (kg/m^3)			強度試験結果 (N/mm^2)	
	水	セメント	細骨材	圧縮強度	曲げ強度
45	180	400	1200	39.4	5.77

表-3 ビーズ法ポリスチレンフォームの基本性能

記号	種類	弾性率 (N/mm^2)	熱伝導率 ($\text{W/m} \cdot \text{K}$)	密度 (kg/m^3)
A	4号	2.7	0.043	15
B	特号	8.9	0.034	27

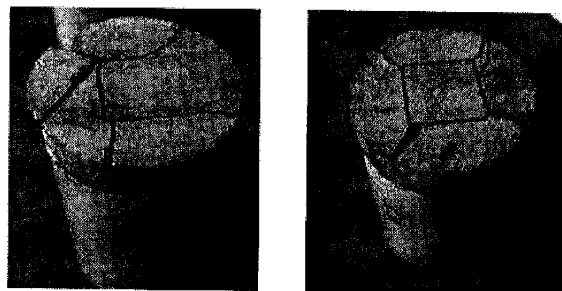


写真-1 破壊状況の一例

On Failure Load Estimation Method of Mortar
in Entrance Floor with Thermal Insulating Material

SUZUKI Kuniyasu, HAMA Yukio and KOURA Kouji

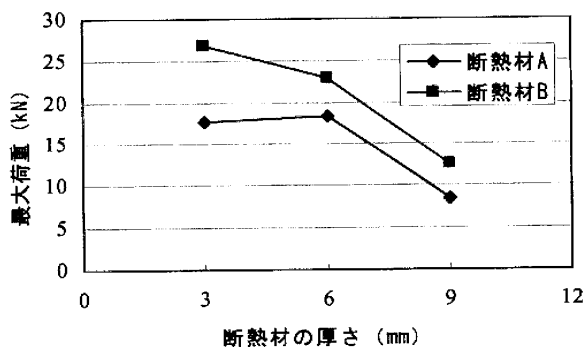


図-2 最大荷重と断熱材の厚さの関係

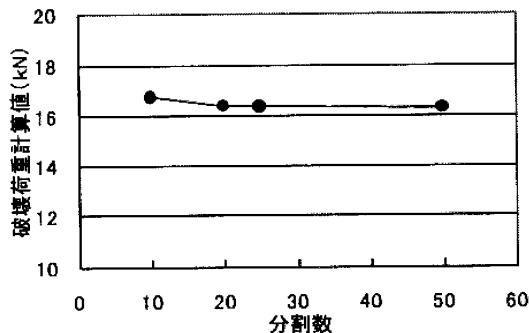


図-4 破壊荷重計算値と分割数の関係

3. 弾性支承梁モデルによる解析

3.1 モデル化及び解析方法

モルタル層の破壊荷重を得るために、実験試験体を図-3のように2次元の弾性支承梁モデルに置換して応力解析を行った。解析は、モルタル層には梁要素を、断熱材にはばね要素を用い、対称性を考慮して全体の1/2について、マトリックス法により行った。解析に際しては、載荷範囲内に荷重が均等に分布するものとして、該当する節点に節点力を作用させた。また、モルタルのヤング係数は $3.0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ とし、その他の値は実験値を用いた。

モルタル層の破壊荷重は、解析で得られた載荷範囲端部の曲げ強度がモルタルの曲げ強度に達した時点で破壊するとして求めた。これは、曲げ強度は試験体の中央点で最も大きくなるが、実験でみられたように破壊断面は試験体中央ではなく載荷治具周囲であったことを考慮したものである。

3.2 解析結果及び実験値との比較

まず、モルタル層の分割数が破壊荷重計算値に与える影響を把握するため、A6試験体について分割数を10, 20, 25, 50分割に変化させて解析した。図-4に計算値と分割数の関係を示す。同図より、20分割以上であれば計算値はほぼ収束していることから、以下ではモルタル層を25分割として解析した。

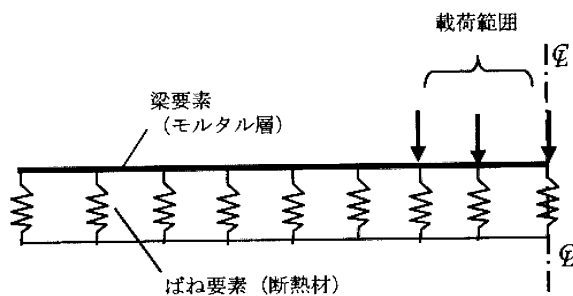


図-3 弾性支承梁モデル

表-4 計算値及び実験値との比較

試験体記号	最大荷重 実験値(kN)	破壊荷重 計算値(kN)	実験値/計算値
A3-1	15.0	20.7	0.72
-2	20.5		0.99
A6-1	20.0	16.3	1.23
-2	17.0		1.04
A9-1	9.0	12.5	0.72
-2	8.0		0.64
B3-1	29.0	20.8	1.39
-2	24.5		1.18
B6-1	31.0	16.4	1.89
-2	15.0		0.91
B9-1	15.0	12.5	1.20
-2	10.0		0.80

解析の結果得られた破壊荷重を表-4の計算値の欄に掲げた。表には計算値に対する実験値の比も掲げた。

同表より、断熱材が厚いものほど計算値は小さくなっており、実験値と同じ傾向を示している。また、断熱材の違いについてみると、断熱材Bの計算値のほうが断熱材Aより僅かではあるが大きくなっており、この点についても実験結果と同じ傾向を示している。

計算値に対する実験値の比をみると、A9-2, B3-1及びB6-1を除き比の値は1.0に近い値を示しており、計算値と実験値は良い対応を示していると言える。計算値との対応が悪い上記3体については、同種2体の実験値に差が見られることから、試験体の精度の影響が考えられる。

以上のことから、断熱材を有するモルタル層の破壊荷重は、2次元弾性支承梁モデルに置換することで推定することができると思われる。

4. まとめ

断熱材を有するモルタル層の破壊荷重について、円柱試験体を用いた実験を行い、さらに実験試験体を対象に2次元弾性支承梁モデルによる応力解析を行った。その結果、本報の解析方法による計算値と実験値は概ね対応することを示した。

* 室蘭工業大学講師・博士 (工学)
 ** 室蘭工業大学准教授・博士 (工学)
 *** (株) JSP EPSカンパニー 開発部

* Assist. Prof., Muroran Institute of Technology, Dr. Eng
 ** Assoc. Prof., Muroran Institute of Technology, Dr. Eng
 *** JSP Corporation