

Acrylic Carpet의 壓縮特性에 關한 研究

成 秀 光 · 具 慶 玉

曉星女子大學校 家政大學 衣類學科

A Study on the Compressional Properties of Acrylic Carpet

Su Kwang Sung · Kyung Ock Koo

Dept. of Clothing and Textiles, College of Home Economics, Hysung Women's University

(1986. 12. 5 접수)

Abstract

Nowadays, the amount used carpets are on the increase, according to the improvement of life-style.

The pleasantness of carpet is caused by the properties of pile, because the most carpets are made pile fabric. For that reason, a study on the compressional properties of carpet is very important issue.

This study has been carried out to investigate the differences of compressional properties in various acrylic carpets which were Cut, Tufted, Jacquard and Shag. Each acrylic carpets was transformed to 4,6,8 mm of pile height, as results of transformation, we could get the pressure-thickness curve and pressure-deformation curve.

The results are summarized as follows.

1. Rate of compression increases, compressive resistance and compressive elasticity decreases, as pile height increases.
2. Regardless of pile height, compressive elasticity reached the limit in recovery period at about 10 minutes.
3. Work of compression increases, as pile height increases.
4. Work of compression decreases, as apparent density increases.
5. Cut-type carpet has the best cushion.

I. 序 論

최근 生活向上과 住居環境의 변화에 따라 carpet의 사용량이 증가하게 되어 온돌과 carpet 바닥을 並用하는 등 쾌적한 住居樣式을 추구하게끔 되었다.

또한 carpet는 生産性向上 및 pile로 이용되는 人造纖維의 開發로 인하여 비교적 값싼 공급이 가능하게

되었으므로 일반 가정에서도 各種 carpet가 바닥 材料로서 많이 이용되고 있다.

carpet의 消費性能으로는 색깔, 퇴색성, 압축성, 밟는 촉감등의 感覺性能과 내구성, 흡음성, 보온성등의 機能性能和 방염성, 대전성, 방충성등의 安全性能을 들 수 있지만¹⁾, 本 研究에서는 바닥 材料로서의 観点에서 carpet의 壓縮舉動의 解明을 시도하였다.

현재까지 보고된 纖維塊의 壓縮에 關한 研究^{2~3)}나

Table 1. The specification of samples used for the experiments

Type	Material	Yarn count (Nm)	Pile height (mm)	Pile density (1/cm ²)	Total pile weight (g/m ²)	Pile weight (g/m ²)	Total thickness (mm)	Pile layer thickness (mm)	Apparent density (X10 ⁻³ g/m ³)
Cut	Acrylic 100%	3/8	4	22	2,010	722	7.03	4.27	169.09
			6	22	2,254	966	9.29	6.53	147.93
			8	22	2,507	1,219	11.07	8.31	146.69
Tufted	Acrylic 100%	1/2.2	4	17	1,853	465	7.04	3.88	119.85
			6	17	2,028	640	9.55	6.39	100.16
			8	17	2,225	837	11.51	8.36	100.12
Jacquard	Acrylic 100%	2/8	4	28	1,719	530	6.84	4.15	127.71
			6	28	1,832	643	8.88	6.20	103.71
			8	28	2,045	856	11.02	8.34	102.64
Shag	Acrylic 100%	2/5	4	11	1,897	474	6.73	3.51	135.04
			6	11	2,025	603	8.65	5.44	110.85
			8	11	2,233	811	10.73	7.52	107.85

一般織物の壓縮에 관한 研究^{9~17)}는 많지만, carpet의 壓縮特性에 관한 研究^{18~22)}는 많지 않으며 더구나 國內에서 보고된 carpet에 관한 研究^{23~26)}는 수편에 지나지 않는다.

바닥에 까는 carpet는 대부분 pile織物이므로 carpet위를 걸을 경우 발에 快適한 느낌을 부여하는 것은 거의 pile의 舉動에 의한 것이라고 생각된다. 따라서 carpet의 品質은 pile의 壓縮特性이 크게 좌우된다.

보통 carpet의 pile部에서는 構成纖維가 실질적으로 공간을 점유하는 비율이 약 20%이며 또한 걸보기 밀도가 적고 壓縮의 자극에 대한 poisson比가 0에 가까운 물체와 같은 舉動을 나타내는 것으로 알려져 있다¹⁹⁾.

本 研究는 市販중인 cut, tufted, jacquard 및 shag의 acrylic carpet 4種을 선정하여 각 종류별로 pile 높이를 4, 6, 8 mm로 변경함에 따른 壓縮—두께 曲線과 壓縮—變形 曲線을 그려서 acrylic carpet의 壓縮에 관한 諸特性을 考察하였다.

II. 實 驗

1. 試 料

國內의 同一會社에서 제조되고 있는 cut, tufted, jacquard 및 shag의 acrylic carpet 4種을 선정하여 각 종류별로 pile 높이를 4, 6, 8 mm로 변경한 것을 試

料로 사용하였으며 각 試料의 特性은 Table 1과 같다.

2. 實驗方法

(1) 基本特性

KS K 0818에 의거, 각 종류별로 크기 3×3 cm의 試料 5매씩을 채취하여 carpet의 基本特性을 표준상태에서 측정하였다.

① 전체 무게 및 pile의 무게

試料의 전체 무게를 측정해서 單位面積當 무게(g/m²)로 나타낸 다음, 예리한 칼로 pile을 가능한 바삭 잘라낸 후의 基布의 무게를 측정하여 다음 식에 의해 pile의 무게(g/m²)를 算出하였다.

pile의 무게(g/m²) W-w

W : 전체 무게(g/m²)

w : pile을 잘라낸 후의 基布의 무게(g/m²)

② 전체 두께 및 pile층의 두께

試料의 전체 두께(mm)는 Compressive Elasticity Tester(Model : E-2, 中山電氣産業株式會社製)를 사용하여 20 g/cm² 荷重을 준 상태에서 측정하였고 이때 사용한 加壓子는 1 cm² 圓型이다. 다음에 예리한 칼로 pile을 가능한 바삭 잘라낸 후의 基布의 무게를 전체 두께와 같은 조건으로 측정하여 다음 식에 의해 pile층의 두께를 算出하였다.

pile층의 두께(mm) = T-t

T : 전체 두께(mm)

t : pile을 제거한 후의 기포의 두께(mm)

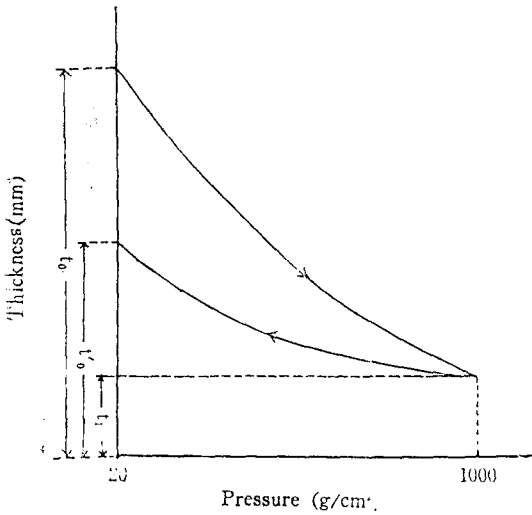


Fig. 1. Pressure-Thickness curve for carpets

③ pile 密度

pile 의 密度는 試料의 pile 수를 측정하여 1 cm²당 pile 수로 나타내었다.

④ 겉보기 密度

基布 위로 나온 pile 의 體積에 대한 重量比인 겉보기 密度는 다음 식에 의해 算出하였다.

$$\text{겉보기 密度 (g/m}^3\text{)} = \frac{\text{pile 의 무게 (g/m}^2\text{)}}{\text{pile 층의 두께 (mm)}} \times 100$$

(2) 壓縮特性

KS K 0818에 의거, Compressive Elasticity Tester(Medel : E-2, 中山電氣産業株式會社製)를 사용하여 다음의 測定條件으로 각 종류별 試料 3매에 대한 壓縮特性을 측정하였다.

試料 크기 ; 3×3 cm

初 荷 重 ; 20 g/cm²

最 終 荷 重 ; 1,000 g/cm²

加 壓 子 ; 1 cm² 圓型

① 壓縮率 및 壓縮彈性率

初荷重(20 g/cm²)으로 30초간 加壓한 후의 두께 t₀를 측정한다 다음 서서히 荷重을 높여 最 終 荷 重(1,000 g/cm²)에서 5분간 加壓한 후의 두께 t₁을 측정하였다.

다음에 除重狀態에서 5분간 放置하여 다시 初荷重으로 加壓한 후의 두께 t₀'를 측정하였다.

이 측정에 의해 Fig. 1과 같은 壓縮—두께 曲線을 구하고 다음 식에 의해 壓縮特性值을 산출하였다.

$$\text{壓縮率 (\%)} = \frac{t_0 - t_1}{t_0} \times 100$$

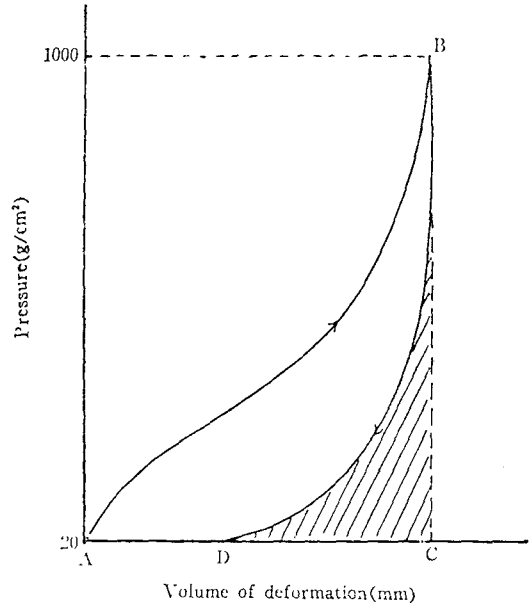


Fig. 2. Pressure-Deformation curve for carpets

$$\text{壓縮彈性率 (\%)} = \frac{t_0' - t_1}{t_0 - t_1} \times 100$$

$$\text{壓縮 抵抗 (\%)} = \frac{t_1}{t_0} \times 100$$

② 壓縮에너지 및 回復에너지

初荷重(20 g/cm²)으로 加壓한 후의 두께를 측정한다 다음, 荷重을 100 g/cm²에서 1,000 g/cm²까지 점차로 加壓한 후의 두께를 측정하였다. 다음에 5분간 가압하고 除重狀態에서 5분간 放置한 다음의 荷重을 900 g/cm²에서 20 g/cm²까지 점차로 減壓한 후의 두께를 測定하였다.

이 측정에 의해 Fig. 2와 같은 壓縮—變形 曲線을 구하고 다음 식에 의해 壓縮特性值을 산출하였다.

$$\text{壓縮에너지 (g·cm/cm}^2\text{)} = \text{area of ABCA}$$

$$\text{回復에너지 (g·cm/cm}^2\text{)} = \text{area of DBCD}$$

$$\text{壓縮 resilience (\%)} = \frac{\text{area of DBCD}}{\text{area of ABCA}} \times 100$$

Ⅲ. 結果 및 考察

1. pile 높이와 壓縮率, 壓縮抵抗 및 壓縮彈性率과의 關係

Table 2는 試料로 사용한 acrylic carpet 의 종류별과 pile 높이별로 壓縮率, 壓縮抵抗 및 壓縮彈性率을 측정된 결과이고, Fig. 3은 pile 높이와 壓縮率과의 관

Table 2. Compressional properties of samples

Type	Pile height (mm)	Rate of compression (%)	Compressive elasticity (%)	Compressive resistance (%)
Cut	4	49.93	90.21	50.07
	6	61.72	89.25	38.28
	8	65.96	87.27	34.04
Tufted	4	47.08	88.70	52.92
	6	60.29	87.99	39.71
	8	65.56	85.76	34.44
Jacquard	4	55.98	90.10	44.02
	6	61.11	89.17	38.89
	8	66.33	86.46	33.67
Shag	4	47.02	87.67	52.98
	6	57.81	87.51	42.19
	8	64.05	85.38	35.95

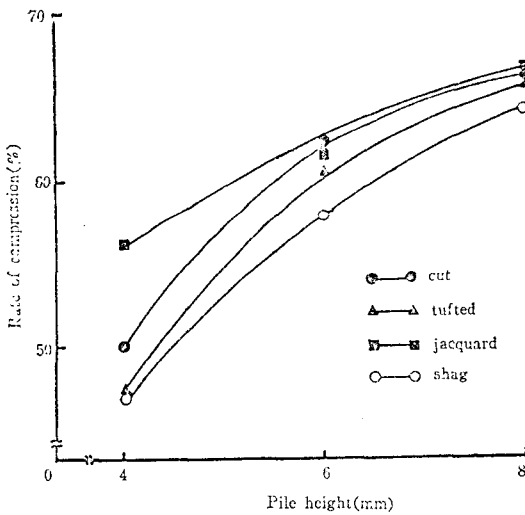


Fig. 3. Relationship between the rate of compression and pile height

계를 나타낸 것이다. 이를 分散分析한 결과, pile 높기와 壓縮率사이에는 위험율 1%수준에서 유의차가 인정되었으나 carpet 종류와 壓縮率사이에는 유의차가 인정되지 않았다.

모든 試料는 pile 높기가 높을수록 壓縮率이 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 carpet를 압축시 pile이 壓縮方向으로 대부분 눌러짐으로서 壓縮距離가 증가하기 때문이다^{20, 27)}.

따라서 壓縮率은 官能的인 성질과도 관계가 깊은 것으로²⁸⁾, pile 높기가 높은 carpet일수록 발에 느껴지는 觸感은 부드럽고 衝擊이 적을 것으로 생각된다.

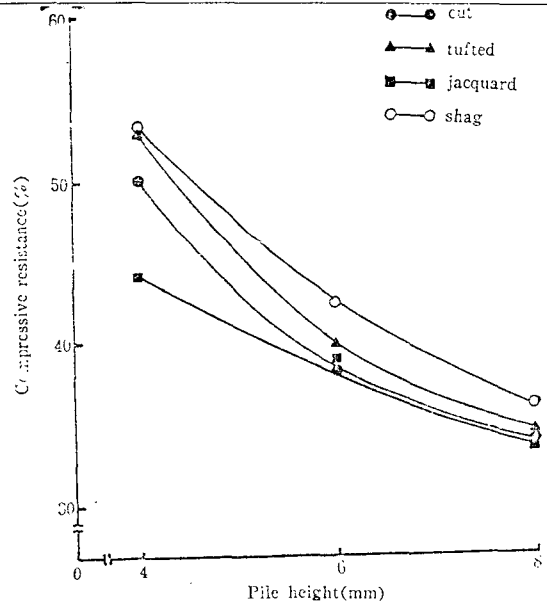


Fig. 4. Relationship between the compression resistance and pile height

carpet 종류별로는 pile 높이에 관계없이 shag < tufted < cut < jacquard의 順으로 壓縮率은 증가하였고, pile 높기가 높을수록 壓縮率의 차이는 적게 나타났다.

Fig. 4는 pile 높기와 壓縮抵抗과의 관계를 나타낸 것이다. 이를 分散分析한 결과, pile 높기와 壓縮抵抗사이에는 위험율 1%수준에서 유의차가 인정되었으나, carpet 종류와 壓縮抵抗사이에는 유의차가 인정되지 않았다. 모든 試料는 pile 높기가 높을수록 壓縮抵抗은 감소하는 경향을 나타내었다.

壓縮抵抗은 壓縮率과 반례되는 개념으로서 pile 높이가 높을수록 壓縮距離가 증가하여 압축에 대한 抵抗은 감소한다.

따라서 pile 높이가 높은 carpet 일수록 壓縮抵抗은 적어지고 pile 變形이 많아져서 발에 느껴지는 觸感은 부드러울 것으로 생각된다.

이러한 結果는 carpet 를 壓縮할 때에 딱딱한 感覺을 생기게 하는 기본자극이 pile 의 壓縮抵抗力 및 變形量에 관계한다는 연구보고²²⁾와 일치한다.

carpet 종류별로는 pile 높이에 관계없이 jacquard < cut < tufted < shag 의 順으로 壓縮抵抗은 높았다.

Fig. 5는 pile 높이의 壓縮彈性率과의 관계를 나타낸 것이다. 이를 分散分析한 결과, pile 높이의 壓縮彈性

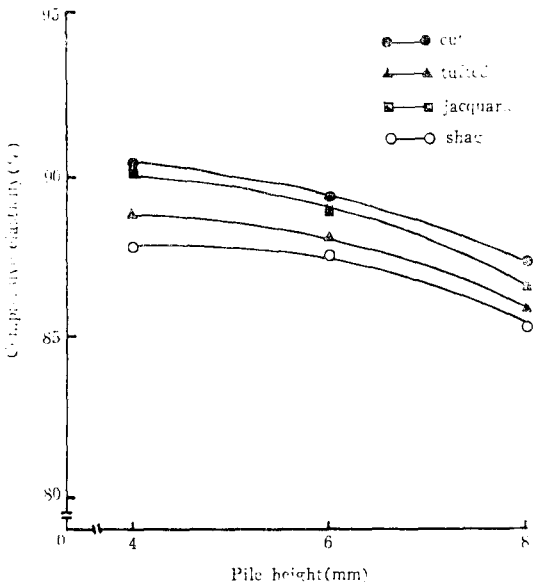


Fig. 5. Relationship between the compressive elasticity and pile height

率사이 및 carpet 종류와 壓縮彈性率사이에서 모두 1%수준에서 유의차가 인정되었다. 모든 試料는 pile 높이가 높을수록 壓縮彈性率은 감소하는 경향을 보였는데 이는 pile 變形이 carpet 의 壓縮彈性率을 크게 지배하여 cushion 을 부여하는 원인과 딱딱함, 유연함을 부여하는 觸感에 관계하기 때문이다²⁹⁾.

pile 높이에 따른 壓縮彈性率은 壓縮率과는 정반대의 경향을 나타내었고, pile 높이가 높을수록 壓縮率이 증가하여 pile 變形이 많이 되기 때문에 壓縮彈性率은 감소하는 것으로 생각된다.

따라서 carpet 의 壓縮彈性率은 壓縮力을 가했을 때의 pile 變形率과 carpet 층에 차지하는 構成纖維의 體積分率 즉, pile 길의 굵기와 pile 密度등에 의존하는 경우가 크다고 알려져 있다³⁰⁾.

carpet 종류별로는 pile 높이의 관계없이 shag < tufted < jacquard < cut 의 順으로 壓縮彈性率은 증가하였는데 이는 cut, jacquard type 가 다른 종류에 비해 pile 실의 굵기가 가늘고 pile 密度가 크며 또한 pile 의 무게가 큼에 基因한다고 생각된다.

2. 加壓後 除重放置時間과 壓縮彈性率과의 關係

試料를 初荷重(20 g/cm²)으로 30초간 加壓한 후의 무게 t₀를 측정할 다음, 서서히 하중을 높여 最終荷重(1,000 g/cm²)에서 5분간 가압한 후의 무게 t₁를 측정하였다. 다음에 除重狀態에서 放置時間을 1, 5, 10, 20, 30, 40분 경과함에 따른 壓縮彈性率을 측정하여 Fig. 6에 나타내었다.

壓縮強性率은 試料의 종류별이나 pile 의 높이와는 관계없이 加壓後 除重放置時間이 길어질수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 放置時間 10분까지는 그 증가 경향이 현저하였으나 10분 이후부터는 완만하였다.

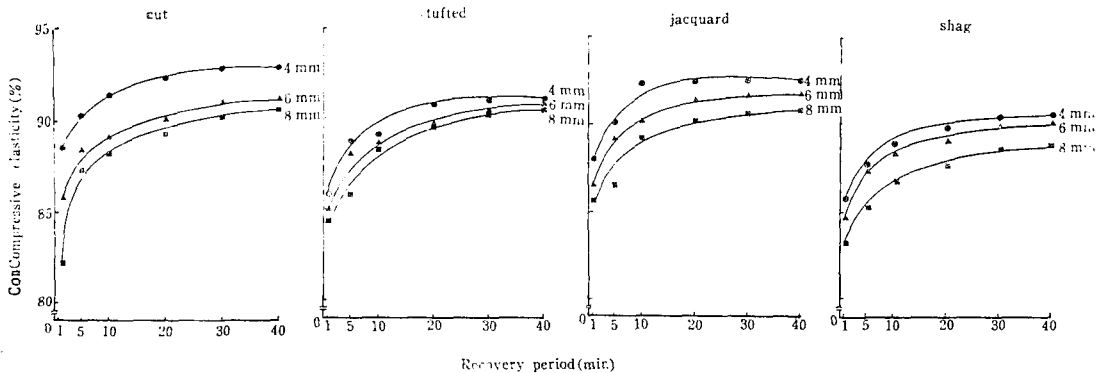


Fig. 6. Effects of recovery period on compressive elasticity of acrylic carpet

Table 3. Compressional properties of samples

Type	Pile height (mm)	Work of compression (g.cm/cm ²)	Work of recovery (g.cm/cm ²)	Work of compressive resilience(%)
Cut	4	167.30	38.92	23.26
	6	200.14	46.42	23.19
	8	251.71	60.44	24.01
Tufted	4	138.90	25.10	18.07
	6	168.53	36.93	21.91
	8	201.62	38.30	19.00
Jacquard	4	157.43	35.86	22.78
	6	188.53	39.84	21.13
	8	232.01	41.20	17.76
Shag	4	115.96	27.07	23.34
	6	132.46	29.03	21.92
	8	167.54	36.69	21.90

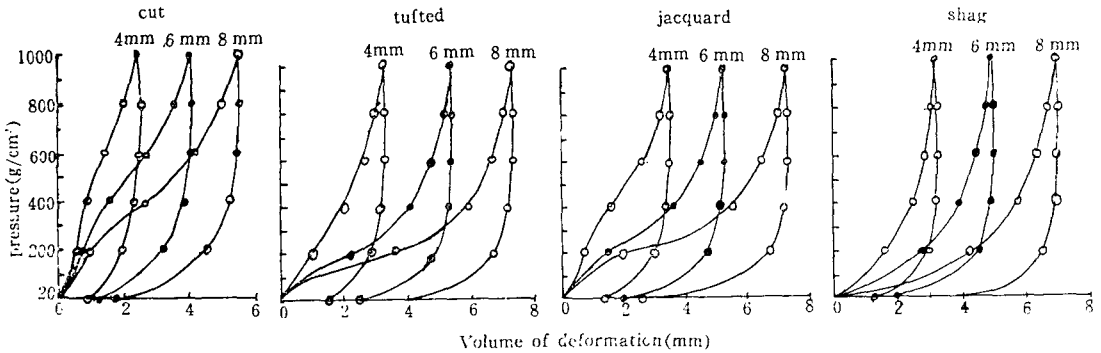


Fig. 7. Relationship between the pressure and volume of deformation in acrylic carpet

따라서 acrylic carpet는 除重후 放置時間이 약 10분 전후에서 pile變形이 대부분 회복되는 것을 알 수 있었으며 이 시간은 다른 研究者의 研究結果¹⁹⁾와도 일치하였다.

3. pile 높기와 壓縮에너지와의 關係

Fig. 7은 carpet의 종류별과 pile 높이별로 壓縮-變形 曲線을 圖示한 것이다.

carpet를 壓縮時 pile變形의 舉動은 다음과 같이 3 단계로 나누어서 생각할 수 있다.

즉, 壓縮荷重이 적은 범위(20~100 g/cm²)인 第1段階는 纖維사이의 空間이 크고 비교적 단순한 變形을 하는 단계로서 壓縮變形舉動은 거의 直線으로 나타났다.

壓縮荷重이 비교적 큰 범위(100~600 g/cm²)인 第

2段階는 섬유사이의 空間이 적어지고 섬유는 복잡한 舉動 즉, 座屈, 섬유상호의 壓迫에 의한 부피의 변화 또는 서로 엉키는 변화등 복잡한 變形을 하는 단계로서 壓縮變形舉動은 거의 曲線으로 나타났다.

壓縮荷重이 가장 큰 범위(600~1,000 g/cm²)인 第3段階는 섬유가 거의 水平으로 쓰러지고 서로 포개져서 섬유사이의 空間은 한도에 이르러 적게되는 단계로서 壓縮變形舉動은 거의 直線으로 나타났다. 또한 變形의 대부분은 낮은 하중에서 일어나 變形率 50% 전후에서 曲線의 기울기가 급격히 커지고, 壓縮荷重 1,000 g/cm² 부근에서 變形量은 한계에 가깝게 되었다.

이는 熨斗¹⁸⁾의 壓縮壓力 1,000 g/cm² 부근에서 두께는 한계에 가깝게 되었다는 報告와 Beckwith 등³¹⁾의 carpet步行 중의 最大壓力은 1 kg/cm²라는 報告와 일치하였다.

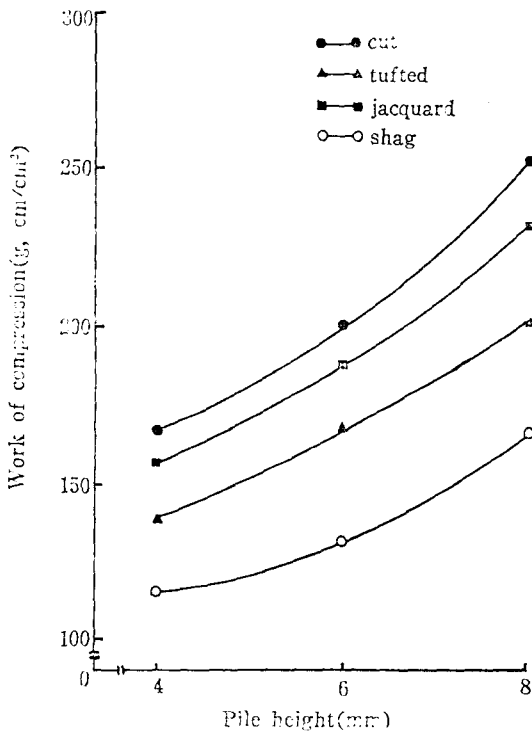


Fig. 8. Relationship between the work of compression and pile height

Table 3은 Fig. 7의 壓縮-變形 曲線에서 試料의 種類별 및 pile 높이별로 壓縮에너지, 回復에너지 및 壓縮 resilience 를 측정된 결과이고 Fig. 8은 pile 높이와 壓縮에너지와의 關係를 圖示한 것이다.

이를 分散分析한 결과, pile 높이와 壓縮에너지사이 및 carpet 종류와 壓縮에너지사이에서 모두 위험을 1% 수준에서 유의차가 인정되었다.

壓縮에너지는 步行하고 있는 사람이 발로 carpet 위를 눌렀을 때에 carpet가 받는 抵抗에 대해 행한 일을 표시하는 것이고 밟는 기분에 대응하는 量이라고 생각된다.

따라서 밟는 기분이 좋고 나쁜은 壓縮에너지의 크기에 關係되며²²⁾ 壓縮에너지가 클수록 발에 느껴지는 觸感은 부드러운 경향을 나타낼 것이며 壓縮에너지가 적을수록 발에 느껴지는 觸感은 딱딱한 感覺이 될 것이다.

모든 carpet는 pile 높이가 높을수록 壓縮에너지는 증가하는 경향을 나타내었다. pile 높이가 높을수록 壓縮抵抗은 적어져 pile 變形이 많이 되고 따라서 壓縮變形量이 커져서 壓縮에너지가 증가하는 것으로 생각된다.

carpet 종류별로는 shag < tufted < jacquard < cut 의

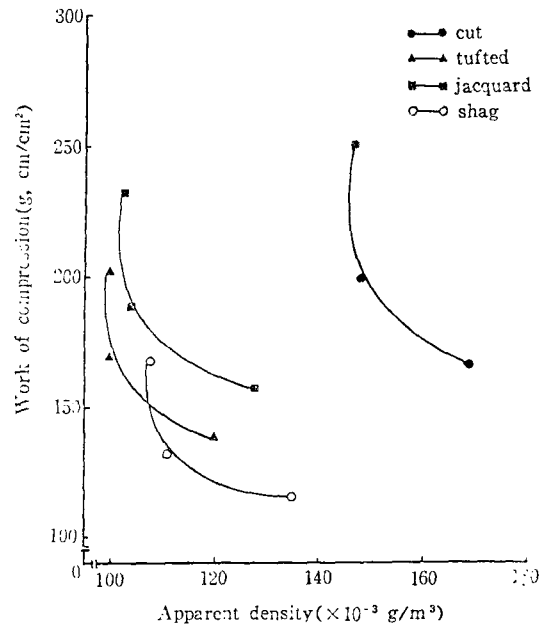


Fig. 9. Relationship between the work of compression and apparent density

順으로 壓縮에너지가 높았다. 이는 壓縮에너지와 pile 층의 두께와는 밀접한 關係가 있어¹³⁾ pile 층의 두께가 두꺼울수록 壓縮에너지가 증가하기 때문이다.

4. 걸보기 密度와 壓縮에너지와의 關係

carpet의 걸보기 密度와 壓縮에너지와의 關係를 Fig. 9에 圖示하였는데 모든 carpet는 걸보기 密度가 증가할수록 壓縮에너지는 감소하는 경향을 나타내었다.

carpet의 變形은 pile 섬유유 의 굵기 및 높이와 pile 구조에 따라 壓縮變形 상태가 다르므로¹⁹⁾ 壓縮特性은 集合體效果인 걸보기 密度가 중요한 인자라는 것을 推定할 수 있다.

따라서 걸보기 密度가 클수록 pile 變形이 적어짐으로 발에 느껴지는 觸感은 딱딱하고 衝擊은 클 것이라고 생각된다.

걸보기 密度는 基布 위로 나온 pile의 體積에 대한 重量比이므로 carpet의 cushion과 가장 직접적인 關係가 있다고 생각된다.

本 實驗에 사용한 acrylic carpet 4種 중에는 걸보기 密度와 壓縮에너지가 대체적으로 작은 shag, tufted 및 jacquard type에 비해 cut type이 cushion이 우수한 carpet인 것을 알 수 있었다.

IV. 結 論

동일 회사에서 제조, 市販되고 있는 carylic carpet 4種을 선정하여 pile 높이별로 壓縮—두께 曲線 및 壓縮—變形 曲線에서 荷重에 따른 壓縮의 諸特性值를 측정하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. pile 높이가 높을수록 壓縮率은 증가하였고 壓縮抵抗과 壓縮彈性率은 감소하였다.
2. pile 높이에 관계없이 除重후 放置時間 10분 전후에서 壓縮彈性率은 한계치에 도달하였다.
3. pile 높이가 높을수록 壓縮에너지는 증가하였다.
4. 걸보기 密度가 증가한수록 壓縮에너지는 감소하였다.
5. cut type 의 carpet가 가장 cushion이 우수하였다.

參 考 文 獻

- 1) 日本纖維製品消費科學會編, 纖維製品消費科學ハンドブック, 光生館, 東京, p.114~116 (1975)
- 2) 寺崎秀雄, 阪田喜秋, 片桐 康, 纖維塊壓縮特性測定法について—特に測定條件の影響について—, 纖維學會誌, 16, 701~705 (1960)
- 3) 瀧川昌彦, 川村一夫, 纖維塊의 壓縮特性에 關する研究(第1~2報), 纖維學會誌, 17, 221~225, 301~309 (1961)
- 4) 前島與一, 瀧澤俊治, 木下茂武, 纖維集合體의 壓縮舉動とその回復에 關する研究(第1~3報), 纖維學會誌, 19~21, 618~622, 589~594, 72~76 (1963)
- 5) 北川洋子, 綿塊およびフォーム의 壓縮彈性에 關する研究, 家政學雜誌, 18, 172~176 (1967)
- 6) 野飼享, 鳴海裕, 纖維塊의 壓縮特性의 過度依存性에 關する考察, 纖維機械學會誌, 25, 180-188 (1972)
- 7) 野飼享, 鳴海裕, 田中健, 綿纖維塊의 壓縮應力緩和에 關する實驗, 纖維機械學會誌, 27, 177-182(1974)
- 8) 野飼享, 鳴海裕, 田中健, 綿纖維塊의 壓縮クリープ舉動について, 纖維機械學會誌, 28, 77 (1975)
- 9) R.M. Hoffman and L.F. Beste, Some relations of fiber properties to fabric hand, *Text. Res. J.*, 21, 72 (1951)
- 10) 吳祐吉, 篠原昭, 織物壓縮彈性率의 測定法, 纖維學會誌, 17, 477-483 (1961)
- 11) 松尾達樹, ファイバ集合體의 壓縮彈性(第3報), 毛布의 壓縮變形について, 纖維學會誌, 18, 474-479 (1962)
- 12) 松尾達樹, ファイバ集合體의 壓縮彈性(第5報), 毛布의 壓縮回復性, 纖維學會誌, 18, 551-556 (1962)
- 13) 七島陽子, 川端季雄, 丹羽雅子, 布의 壓縮特性と硬さ感覺에 關する研究, 纖維機械學會誌, 25, 244-254 (1972)
- 14) 川端季雄, 丹羽雅子, 織布의 壓縮變形特性에 關する研究(第1~2報), 纖維機械學會誌, 31, 74-79, 88-95 (1978)
- 15) 渡邊明, 黑崎新也, 近田富士雄, 無捻糸織物의 初期의 壓縮特性, 纖維學會誌, 34, 268-273 (1978)
- 16) 渡邊明, 黑崎新也, 近田富士雄, 壓縮にする織物中の糸斷面의 變形, 纖維學會誌, 35, 382~387 (1981)
- 17) 申光浩, 毛織物의 構成과 壓縮特性에 關한 研究, 韓國衣類學會誌, 8, 67-71 (1984)
- 18) 熨斗秀夫, 蜂谷惠一, 田川辰男, カーペットパイル의 壓縮性能について, 纖維機械學會誌, 16, 294-306 (1963)
- 19) 堀野恒雄, 川西定子, カーペット의 壓縮舉動について, 日本纖維製品消費科學會誌, 9, 209 (1968)
- 20) 木村和臣, 川端秀雄, 河合弘迪, カーペット의 壓縮變形理論, 纖維機械學會誌, 23, 67-76 (1970)
- 21) 木村和臣, 川端季雄, カーペット의 壓縮變形理論의 改良とその應用, 纖維機械學會誌, 24, 207-214 (1971)
- 22) 那須範久, 熨斗秀夫, カーペット의 壓縮かたさ感覺에 關する基礎的研究, 纖維機械學會誌, 25, 1-8 (1972)
- 23) 禹範植, 金相溶, 纖維構造物의 壓縮彈性에 關한 研究, 韓國纖維工學會誌, 10, 18(1973)
- 24) 李全淑, 市販 carpet 의 性能에 關한 研究—carpet 의 規格分布와 消費者의 嗜好性 分析—, 大韓家政學會誌, 13, 89-101 (1975)
- 25) 裴玉姬, carpet 의 緩衝性과 耐摩耗性에 關한 研究(第1報), 耐摩耗性을 中心으로, 釜山大家政大 研究報告, 5, 1-6 (1979)
- 26) 柳運榮, 許油, 許誠秀, 커트파일 카펫의 압축변형에 關한 연구, 韓國纖維工學會誌, 18, 37-46 (1981)
- 27) A. El-Shiekh, S.P. Hersh, The mechanics of looped-pile carpets, part I: Deformation, *Text Res. J.*, 39, 1134-1150 (1969)
- 28) 北田總雄, 被服材料要論, コロナ社, 東京, p.232-233 (1978)

- 29) 小川安朗, 應用被服材料學, 光生館, 東京, p.114-116 (1980)
- 30) 堀野恒雄, 下西茂, カーペットの粘弾性舉動に関する研究(第2報), 粘弾性舉動におよぼす種々の因子の實驗による解析, 纖維機械學會誌, **24**, 173-182 (1971)
- 31) O.P. Beckwith, J.L. Barach, Notes on the resilience of pile floor coverings, *Test. Res. J.* **17**(6), 305-313(1947)
- 32) 田畑昌顯, 西村孝二, カーペットの厚さと構造および觸感, 纖維機械學會誌, **20**, 26-35, (1967)