人工芝の現状と課題*

遠 藤 嘉 一**

1. はじめに

人工芝は、1966年アメリカ、ヒューストンの屋根付き球場「アストロドーム」に敷設されたのが最初で、その後アメリカでは野球場、アメリカンフットボール場に数多く施設され、パブリックスペース用、エクステリア用に広く利用されるようになった。我国でもその頃から人工芝が商品化され市場に登場してきたが、用途もディスプレイ用等小規模なものが中心で、値段が高いこともあって需要は伸びなかった。人工芝が一般に認識されたのは、1976年3月我国最初の人工芝球場として、後楽園球場が誕生して以来であろう。

- ①天然芝とは異なる鮮やかな色彩と感触
- ②野球以外のスポーツや種々のショーに使える多様性
- ③年間を通じてフルに使用できて、維持費の安い実用性

等が、テレビ、新聞等を媒体に広く紹介され、改めて人工芝の価値が見直された。更に、メーカー各社の製造技術の改善、コストダウン、多種用途への品揃えの実現もあって、需要は増加し、正確な統計数字はないが、昭和58年には推定260万m²の販売量に達しているとみられる。

2. 人工芝の構造と製造法

2.1 構造

人工芝は芝葉として合成繊維を使用しているものと、樹脂による成型品のものとがある。一般的には、基布に芝の葉に相当するパイル糸を植込み、裏面からバックング材で固定、強化したタフテッド品が多い(図1)。

図1 タフテッド人工芝の断面図

また、塩化ビニルや、ポリエチレンで一体成型したものもあり、風合いはまったく異なるが、水はけの良いのが特徴である。更に、デコレーション、ディスプレイ等の強度を要求しない用途に、接着剤を塗布した基布に静電気を利用して垂直に短繊維を植付ける電着芝も市販されている。

2.2 パイル糸

糸の素材は、ポリ塩化ビニリデン（繊維としての名称は「ビニリデン」）、ナイロン、ポリプロピリンに大別され、溶触紡糸による異型のモノフィラメントのほか、ポリプロピレンはコストの面からフィルムから作られたスプリットヤーン（開繊糸）が多く用いられている。着色は、時に耐候と耐摩耗の堅牢性が要求されるため、顔料を混合して溶触紡糸する原液着色方式が用いられる。パイル糸の断面形状は、天然芝に似せた偏平状で、特殊な風合いと光沢を持たせるため葉の軸方向に筋目を入れることがある(図2)。

2.3 燃 糸

植毛工程での糸の引っ掛かりや、もつれをなくし

*Latest Situation and Problems of Artificial Turf.

**K. Endo, 呉羽化学工業 錦工場

図2 モノ糸タイプの芝葉の断面

作業性を向上し、芝にカール性を付与して風合いを良くし、また表面積を増加させ、目付けの減少をはかったり、弾性回復をより向上させる等の目的のために通常単糸を複数束ねて撚りをかけ、ヒートセットする方法がとられている。

2.4 植毛

既製の基布に針でパイル糸を植付け、それをカットして作るタフト方式が生産性が高く、コスト的にも有利であり、風合いも天然芝に近く、寸法安定性も良いことから、最も一般的である。また、普及品から高級品まで幅広い品種のものが作れることも特徴である(図3)。

図3 タフト人工芝の作り方

このほかに基布とパイル糸が、同時に織上がるウィルトン織の芝は、パイル密度も大きく、丈夫なものができ、生産性が低く、それだけに高価格となり、現在はほとんど生産されていない。また、基布とパイルを同時に形成する方法に、ラッセル編も使われているが、空隙のある基布を形成できるので、透水性能を持たせる等、特殊な用途に使われている。しかしながら、タフト品に比べると、強度や、寸法安定性に劣り、生産性も低い。

2.5 バッキング

パイル糸と基布とを固定するために、塩化ビニル、ウレタン、アクリル等の合成樹脂や、SBR、NBR等の合成ゴムが、バッキング材として使用されるが、それらにポリ塩化ビニルやポリウレタンのフォーム加工品を緩衝性を与えるために、アンダパットとして別に装着したものもある。

3. 人工芝に求められる性能

3.1 色調

人工芝の色は、天然芝に似せた緑色が多いが、濃淡、明暗、更に緑と黄緑色のパイル糸の混合等、さまざまな色調のものがある。緑以外の色も広く使われている。例えば、野球場、テニスコートの白線芝、フェンス沿いのアンツーカー色、更に、ブルーで濃淡2色のテニスコートが敷設されたり、デパートの屋上、遊園地には、赤、青、黄等、多様な色調の人工芝が敷設される等、天然芝では得られない色調の人工芝が自由に選択でき、それぞれ需要が増えつつある。

3.2 弾性回復率

人工芝の上を人が歩いたり、走ったり、物を置いたりすると、パイル糸が座屈したり、倒伏する。パイル糸は、荷重を受けて一時的に変形しても、除去後は、速やかに復元することが要求される。弾性回復率はポリ塩化ビニリデンが最も大きい。糸の断面形状、太さ、撚り回数、植込み密度を、適切に組み合わせることにより向上させることができる(図4～図6)。

図4 短時間の荷重と回復率
(素材：ポリ塩化ビニリデンの例) 図5 長時間の荷重によるへたりと回復率
(素材：ポリ塩化ビニリデンの例)

図6 繰返し回数と回復率

3.3 引張強さ

一般家庭用やデコレーション用には、それほど丈夫なものは必要としないが、スパイクを履く野球、サッカーのようなスポーツ用途には、高強度が要求され、通常、3 cm 幅の引張切断荷重が100kg以上に設計されている。この強度はほとんどが基布の強さに依存している。

3.4 パイル糸の引抜強さ

パイル1房を基布から、引抜くのに要する最大荷重で表され、スポーツ用人工芝には3 kg 以上で設計される。これはバックング材による影響が大きい。

3.5 耐候性

人工芝は、屋外の天然暴露下で使用されるので、耐候性が要求される。スポーツ用途のものには、特に高耐候性が必要であり、色調、パイル糸の強度、引抜強さ等が、ウェザオメータ1 000hr 照射後の強度保持率が90%程度で設計されている。この高耐候性を維持するためには、使用する着色剤としての顔料、および紫外線吸収剤等の光安定剤の適切な配合が不可欠なものとなる(図7)。

図7 パイル糸の耐候性(ウェザオメータ)

3.6 緩衝性

スポーツ用人工芝には、競技に応じた緩衝特性が要求される。緩衝性が低過ぎると競技者の足腰を痛め、大き過ぎると柔らか過ぎて運動がしにくくなる。また野球場等に利用される場合、人工芝は天然芝、土とは異なったパウンド特性を持っている。(図8, 表1)。

図8 パウンドの球あと

表1 硬式野球ボールの反発

	人工芝A	人工芝B	土
反発係数	0.55	0.63	0.4
反射角度(度)	17.5	20	17
反射速度(m/sec)	25	25.5	20
ボール回転(回/sec)	72	80	80
摩擦係数	0.55	0.63	0.7

注) 条件: 球速37m/sec. 入射角22度. ボール回転0

同速度、同入射角で人工芝の反射速度は大きい。また、ワンバウンド目は、高く上がり遠方に、ツーバウンド目は低い距離が出る特性を持っている。これは人工芝の反発係数が大きく、摩擦係数が小さいためで、いわゆる人工芝ヒットの生まれる理由であろう。芝生に適切な緩衝特性を与えるために裏面にフォーム加工を施したり、クッション材を装着したり、用途に応じて、アンダパットに工夫がなされている。

3.7 その他

パイル糸のヤング率が小さい方が柔らかく感触も良い。素材別にはポリ塩化ビニリデンがヤング率が小さく、ナイロン、ポリプロピレンの順になるが、葉の太さ、形状、植毛条件等で風合いの調整はできる。

人工芝には、カーペットのような防災基準はまだ決められていないが、将来は問題視されるであろう。ポリ塩化ビニリデンは難燃性であり、自己消火性を持つが、ナイロン、ポリプロピレンは、繊維自体が自然性である。

また、ナイロンは吸水性もあり乾きにくく、寸法安定性も低い傾向にある(表2)。

以上、人工芝に求められる各種性能について、バ

表 2 吸水性および難燃性

	ポリ塩化ビニリデン	66 ナイロン	ポリプロピレン	備 考
吸 水 率 (%) (20℃, 95% RH)	0	8.0~9.0	0	ナイロンは、吸水して伸び乾燥して縮むため寸法安定性が低い。また雨後の乾きが遅い
難 燃 性	延焼しない (自己消火性)	延焼する	延焼する	

表 3 素材の違いによる比較

	ポリ塩化 ビニリデン	ナイロン	ポリプロ ピレン
耐 候 性	○	○	△
吸水抵抗性	◎	△	◎
難 燃 性	◎	×	×
荷重による芝 の へたり性	○	○	×
ソ フ ト 感	◎	○	○
帯 電 性	○	○	○

◎：最良，○：良，△：多少問題ある，×：よくない

イル糸の素材別に比較してみると表 3 のようになる。

4. 人工芝の用途

4.1 スポーツ施設用

人工芝の利点は、天然芝に比べて、維持管理が容易でかつ安価であること、冬期でも緑を保てること、各種の競技や、ショー等、多目的に使えること等から人工芝の野球場が現在 6 球場あり、更にいくつかの計画が表発されている。また、テニス コートにも好適で、ローン コート並みの豪華さ、アンツーカー、クレーのコートに比べて、維持管理の容易さ、ハード コートに比べて、競技者の身体に与える悪影響が少ないことから、需要が急激に増加している。そのほか、サッカー、ラグビー、ゴルフ、ゲート ボール等、広範囲のスポーツ施設に使われつつある。

スポーツ用途には、強度、弾性回復力、耐候性等に、かなり苛酷な条件下での性能が要求されるので、ポリ塩化ビニリデン、ナイロン素材が、主流を占め、ポリプロピレンは、ほとんど使われていない。

4.2 パブリック スペース用

人工芝の緑は、視覚的に人の心をなごませ、また、最近の自然指向の風潮とも合致するために、デパート、学校、ビルの屋上、遊園地、プール サイド、公園の施設や、ホテルのロビー、グリーン ベルト等、多岐にわたる用途に使われ、今後も緑の少ない都市

のオアシス的存在として、更に需要の増加が見込まれる。素材としては、ポリ塩化ビニリデン、ナイロン、ポリプレンのほか、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンの成型品等各種のものが用途に応じて適宜使われている。

4.3 一般家庭およびデコレーション

人工芝は、美しい色調、ソフトな感覚、そして安全性等、優れた特性を持った商品であることが、一般に認識され、生活様式の洋風化とも相まって、ベランダや、テラス、庭園等に広く使われるようになった。また、デパートや商店の商品の飾付けに使う用途も拡大しつつあるが、この種の用途には強度はあまり重視されないので、電着芝や、パイル密度の小さい、安価なものが主流となり、素材としてはほとんどポリプロピレンのものが使われている。

5. 人工芝の今後の課題

人工芝の上でプレーすると疲れやすい、足、ひざ、腰に捻挫、筋肉痛等の傷害が起きやすいという問題が提起されている。これまでは緩衝というと垂直方向の特性がもっぱら研究され、それに対応する構造や施工方法がとられて来た。しかし、最近のスポーツ医学・力学により、水平方向の加速度に対する緩衝性能が良くないと競技者の身体に悪影響を及ぼすことが解明されてきたことから、垂直・水平の両方向の緩衝性能を持ったものが開発され、実用化されている。

また、排水性を良くして、降雨後も直ちにプレーしたいという要求も当然起っている。この場合、透水性能を持った人工芝と、透水性アスコンのような透水性能を持った地盤とを組合せて降雨水を垂直方向に排水させることにより、水たまりをなくし、特別の排水処理を必要としないシステムも実用化される等機能改善がはかられている。

人工芝は他の床材とは異なり、アウト ドア分野における唯一の敷物であり、ビルの屋上や、ベランダ、プール サイドへの敷設等、天然芝では考えられないような特性を生かした需要が広がりつつあ

る。緑化促進の風潮とともに、まだまだ市場開拓の余地が残されている商品であり、優れた性能が認識されながら普及が遅れているのは、敷物という見方からは、やはり価格が高過ぎることに起因している

のであろう。人工芝の素材・構造、施工方法等の改善を通してのコストダウンが、商品としての大きな課題といえよう。

 書 評

CAD/CAM の工学的応用例

——機械工学シリーズ 第30巻——

Engineering Documentation for CAD/CAM Applications (Mechanical Engineering Series, Volume 30)

- <著 者> C.S. Knou (Knox Consulting Services, St. Paul, Minnesota, U.S.A)
 <発行所> Marcel Dekker 社刊 (270 Madison Avenue, New York, New York 10016, U.S.A)
 <体 裁> 307ページ, 定価 \$49.75 (米国, カナダ以外は20%増)

本書は工学分野における CAD/CAM システムの応用実例をまとめたものである。種々の分野および工程におけるシステム利用の基本的概念を実例を示しながら説明しているので、これから CAD/CAM システムを利用しようとする者や、現在利用しつつある者にとって役に立つ技術書といえよう。

本書は全12章に分けられ、部品番号システム、部品製図、設計変更、生産管理システムの基本概念、モジュール設計、生産組織化および製造工程などの内容が200以上ものグラフィック イラストレーションを用いて解説してある。

読者対象としては、機械工学、生産工学、土木・建築工学、電子工学などの分野の技術者および管理者、さらにはデータ処理、製図、品質管理に関係する技術者が考えられる。

＜兵庫教育大学 小川 武範＞

エンジニアのための基礎のロボット

——エンジニア基礎シリーズ 第11巻——

What Every Engineer Should About ROBOTS (What Every Engineer Should Know Series, Volume 11)

- <著 者> Maurice I. Zeldman
 <体 裁> B 5 変形判, xviii + 197
 <発行年> 1984年
 <発行所> Marcel Dekker Inc. 社刊
 <価 格> US. \$ 29.94

現代の産業は、ロボットの威力を無視して考えることはできない。単調で面倒な作業でも、ロボットにまかせて生産性を高め、収益を伸ばすことができる。本書は、ロボットの歴史に始まり、ロボット市場の現状と予測、用語解説、技術と経済性など、ロボットのすべてを14章に要領よくまとめた。ロボット ハンドブックである。

われわれはロボットは我国が先進国であると考えていたが、本書でもわざわざ「日本におけるロボットの歴史」という1章を設けて論じている。日本人として気になるところであるが、著者によれば「米国が開発した技術を輸入して、莫大な資本と徹底した品質管理により米国を追い越したものである」と、なかなか手厳しい。

英文で書かれてはいるが、文章は平易明瞭で分りやすく、ロボットの導入に際して、豊富なヒントやアイデアが得られる文献であろう。

＜京都工芸繊維大学 細川 重三＞