

最近の技術から

リアプロジェクション・スクリーン

種田 悌一

(財)NHK エンジニアリングサービス技術開発本部技術部 〒157 東京都世田谷区砧 1-10-3

1. ま え が き

リアプロジェクション・スクリーン (以下, リアスクリーンと称す) はフロントプロジェクション・スクリーン (以下, フロントスクリーンと称す) に比べて, 表面反射率が低いので明室用に適し, かつ, 観察者が映像の正面に近づいて観察できるという特長を有するが, 画質が劣り, 好感領域が狭いため用途は特殊分野に限定されていた。この対策として, 小さなレンズを並べたレンズアレイスクリーンの発想が古くからあったが, 微小レンズを大面積に均一に製作することが困難なために実用化に至っていなかった。この夢のレンズアレイスクリーンが初めて登場したのは科学万博つくば '85 においてハイビジョン投写用大画面リアスクリーンとしてであった。その後, このレンズアレイスクリーンはファインピッチ化されて実用化が進んでいる。ここでは, 従来のリアスクリーンの問題点, レンズアレイスクリーンの開発の経緯, その後の発展について紹介する。

2. 従来のリアスクリーンの特性と問題点

Vlahos は多くのリアスクリーンを調査して, 各リアスクリーンのピークゲイン*1とその50%および33%に低下する Bend angle (bend angle)*2との関係, ならびにピークゲインと表面反射率との関係を報告している¹⁾。図1にピークゲインと, ピークゲインから50%に低下する Bend angle との関係を示す。さらに, ゆるやかな輝度変化は輝度比 2:1 まで均一に見え, 3:1 が許容限, それ以上はいわゆるホットスポットが生じると報告している。

この Vlahos のデータに基づいて好感領域を求めることができる。プロジェクターの投写画角は好感領域上狭いことが好ましい。リアスクリーンの背面にフレネル

*1 完全拡散面を基準とした輝度利得をスクリーンゲインという。スクリーンゲインは観察方向によって変化する。この最大値をピークゲインと称する。

*2 スクリーン上のある1点に入射する投写光線の延長線と, その点を見る観察者とのなす角度。

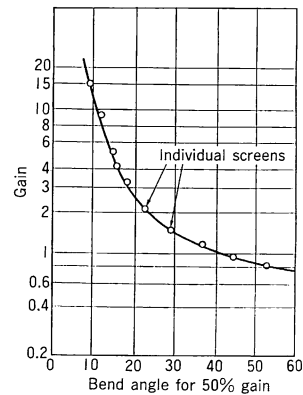


図1 一般のリアスクリーンにおけるピークゲインと50%ゲインの Bend angle との関係を示す曲線¹⁾

レンズを設置すれば, 投写画角を等価的にゼロにすることができるが, 大型のフレネルレンズは製作が困難である。

フロントスクリーンにおいては, 利得がほぼ1で無指向性とみなせるスクリーンが容易に得られるが, リアスクリーンにおいては図1に示すように, ピークゲイン1のリアスクリーンは Bend angle 40°で輝度が50%に低下する。このデータから, リアスクリーンはフロントスクリーンに比べて好感領域を拡げることが困難であることがわかる。また, 従来のリアスクリーンは表面の微細凹凸形状または素材内部の粒子などによる光の拡散を利用しているために, 拡散指向特性が波長依存性を有し, 本質的に色むらを生ずるという問題がある。

3. 小型薄肉レンズアレイスクリーンの開発

リアスクリーンの問題点を解決するために平凸のレンチキュラー板を2枚直交させたレンズアレイスクリーンの研究が行われ, 図2に示す黒マスク付の薄肉レンズ型のレンズアレイスクリーンが開発された^{2,3)}。ピークゲイン5, 指向特性 (半値幅) は水平 $\pm 20^\circ$, 垂直 $\pm 15^\circ$, 表面の拡散反射率は7.1%, 色シェーディングは観察されなかった。残された問題は, 大型化と好感領域の拡大

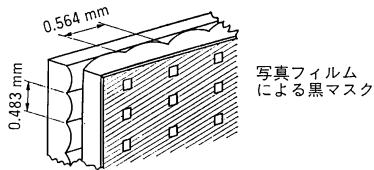


図2 薄肉レンズアレイスクリーンの構造図 (NHK 技研, 大日本印刷)

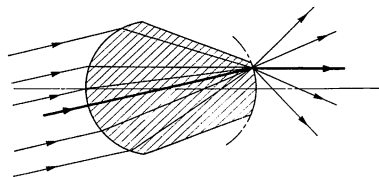


図4 厚肉両凸レンヂキュラー板による光束の発散状態を示す原理図

であった。

4. 大型厚肉レンズアレイスクリーンの開発

まえがきで述べたように、科学万博つくば'85におけるコズミックホール用に、画面サイズ縦4.8m×横8mで、広い好感領域と目標ピークゲイン4を有するレンズアレイスクリーンを開発することとなり、いろいろな方式が提案された。最終的に、継ぎ目が目立たず、好感領域の設計の自由度が大きい、直交レンヂキュラー板による厚肉レンズアレイスクリーンに決定した。

この構造は図3に示すように、2枚の厚肉両凸レンヂキュラー板を母線方向を互に直交させて密着し、等価的に1枚の矩形開口の厚肉両凸レンズの集合を実現している。この構造によって発散指向特性を垂直方向、水平方向、それぞれ独立に最適設計を行うことができる。

厚肉両凸レンヂキュラー一枚による光束の発散状態は図4に示すとおりである。場所的に同一形状の素子群によって、周辺部に斜め方向に入射した光束があたかもフレネルレンズが設けられているように、スクリーンの光軸方向に折り曲げられる。これによって好感領域が大幅に拡大される。これが厚肉両凸型のレンズアレイスクリーンの大きな特長である。この基本的な発想は厚肉両凸球面レンズを用いた例が特許登録⁴⁾されているが、これをレンヂキュラー板によって実現した例はない。

コズミックホール用に初めて開発されたレンズアレイ

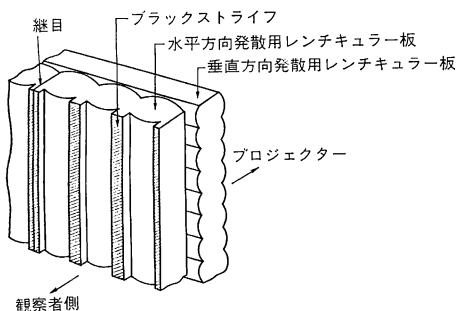


図3 厚肉レンズアレイスクリーンの構造図 (科学万博つくば'85 コズミックホール)

表1 図3のレンズアレイスクリーンの主要特性

スクリーンゲイン	約4
指向特性(半値幅)	{水平方向 ±30° [垂直方向 ±10°
表面拡散反射率	15%以下
輝度シェーディング	客席内90%で2:1以下
色シェーディング	無視できる

スクリーンの主要特性は表1のとおりである⁵⁾。

5. む す び

科学万博後、レンヂキュラー板ピッチ1mmのレンズアレイスクリーンが製作されて、1988年開催のレジュー博(プリズベン)において、政府出展「日本館」における135型ハイビジョン映像3面に使用された⁶⁾。その他にもハイビジョン用として各所に採用され、いまや着実な発展期へ入っている。日本が生み出した、この高品質の明室用リアスクリーンのこれからの新分野への発展に注目したい。

このレンズアレイスクリーンは、(財)NHK エンジニアリングサービスが国際科学技術博覧会協会から委託を受け、NHK 放送技術研究所の指導、および大日本印刷(株)の協力を得て開発されたものである。多くの関係各位のご尽力に感謝の意を表したい。

文 献

- 1) P. Vlahos: "Selection and specification of rear-projection screens," J. SMPTE, 70 Feb. (1961) 89-95.
- 2) 竜岡静夫, 種田佛一, 田原純郎, 小寺時男, 長谷川博道: "透過型レンヂキュラースクリーンの特性", 応用物理学会講演会, 12-2 (1973).
- 3) 竜岡静夫, 種田佛一: "明室用透過形レンヂキュラースクリーン", NHK 技研月報, 17, 2 (1974) 54-59.
- 4) 清水武雄: 特許130893号 (昭14. 公告第422号).
- 5) 種田佛一: "大画面ハイビジョンディスプレイ用背面投影型レンズアレイスクリーン", 日本映像学会主催シンポジウム「コンピュータ・イメージとハイビジョンCG'88」特別寄稿論文集 (1983).
- 6) 渡辺幸雄, 捧 亮平: "World Expo '88 (プリズベン) 日本館のハイビジョン技術設備について", VIEW, 7, 5 (1988) 10-17.

(1990年5月30日受理)