

●曲面ディスプレイの評価技術構築

東亜合成株式会社 高分子材料研究所 高木 晃

1 緒言

近年、交通機関や店頭などで液晶ディスプレイを活用した電子看板を目にする機会が増えてきている¹⁻³⁾。これらの電子看板は、既存の液晶ディスプレイをそのまま設置しているため、形状に自由度がなく平面な場所に取り付けるしかない。例えば、駅などでよく見かける円柱に液晶ディスプレイを設置すると、非常に不自然な取り付け方になってしまう。

この問題を解決するために、曲面に沿って設置可能な曲面ディスプレイの開発が進んでいる。しかしながら曲面ディスプレイは、フラットディスプレイと異なり角度の影響で輝度に変化する（**図1**）など、光学評価が難しいことが知られている^{4),5)}。筆者が調べる限り、曲面ディスプレイ用の光学測定装置は市販されていない。

本研究では曲面ディスプレイの基礎研究として、曲面ディスプレイを精度良く測定できる曲面光学測定方法⁶⁾を考案したので報告する。なお本検討は、TRADIM（次世代モバイル用表示材料技術研究組合：Technology Research Association for Advanced Display Materials）にて実施した内容であり、評価に使用した液晶ディスプレイは、「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」で作製したプラスチック液晶パネル（以下パネル）を用いている。

2 曲面光学測定方法

本項では、曲面光学測定用治具の構造について述べた後、測定方法について説明する。

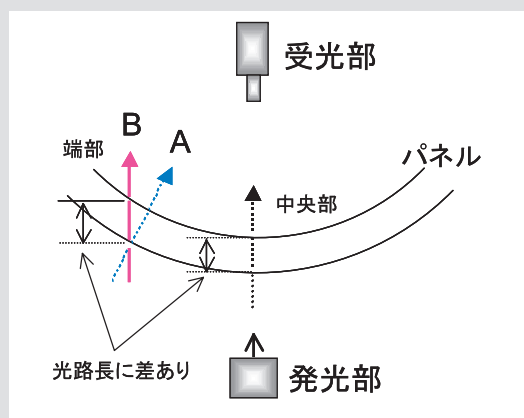


図1 曲面ディスプレイの光学測定

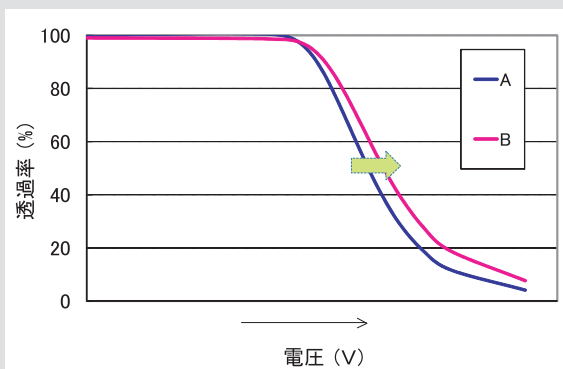
2.1 曲面治具の設計

治具を作製するにあたり、重要なポイントを以下にまとめた。

- (1) パネル全体を均一に曲げられること
- (2) パネルの曲率半径が経時変化しないこと
- (3) 光学測定できるように開口部を有すること
- (4) パネルのいずれの位置においても、法線方向から測定できること

パネルを曲げようとする、多くの場合均一に曲がらずパネルの一箇所に応力が集中し、破損もしくは画像不良が起こる。そのためいかにパネル全体を均一に所定の曲率まで曲げられるかが重要になる。また、曲げた直後にフラットに戻らないようにパネルを曲げたまま維持する固定方法も考慮する必要がある。本治具は、曲面パネルの光学測定に用いるため、パネルの表示部前後にはリタデーションをもつ基材を置くことができない。さらに、**図1**に示した通りパネルを通る光路長は、端部に行くほど長くなり、中央部と端部では光学測定結果に差が出てくる。

図2にパネル面に対して法線方向から測定した場合（**図1のA線**）と、斜めから測定した場合（**図1のB線**）のVT（Voltage-Transmittance）測定結果を示す。B線上を通過して測定した場合には、A線上よりVTカーブが高電圧側にシフトしており、パネルを均一に曲げたとしても、法線方向から測定しなければ正確な値が得られないことがわかる（A線は**図1**の中央部で測定した結果と一致する）。このことからパネル端部においても法線方向から測定できる仕組みが必要である。



VT測定：パネルに所定の電圧を印加させ、その時の透過率を測定。

図2 VT測定結果

2.2 曲面パネル光学測定用治具の作製

曲面パネル用治具として様々な治具を作製したが、パネル全体が均一に曲がり、測定の再現性が高かった治具を紹介する。曲率半径300mmの亚克力パイプ（キャスト成形品）を任意の大きさにカットし（カットした曲面を保持部材と呼ぶ；**図3**）、光学測定できるようにレーザー切断装置を用いて開口部を設けた。次に、パネルを保持部材に沿わせ、開口部とパネルの表示領域が一致するように曲げた。

保持部材に固定したパネルが、狙い通りの曲率半径300mmになっているかどうか測長機（ニコン社製；VMR6555）を用いて調べた。その結果、パネル全体が均一に亚克力パイプ径と同率の曲率半径（300mm）に曲がっていることを確認した。

パネルの曲率半径は、亚克力パイプの大きさを変更するだけでよく、種々の曲率半径を持った治具を作製することができる。また、保持部材にパネルを固定する方法として、本研究では強力粘着テープを使用して固定する方法を採用した（**図4**）。この他にも、パネルの外周部もしくはパネル曲げ方向の端部のみを金具やプラスチック板で固定する方法でも良い。いずれも問題なく測定できることを確認している。

パネル全面を法線方向から測定できるようにスライド構造

を有する台部材を作製した（**図5**）。このスライド構造は、保持部材がより滑らかに移動できるように、亚克力板を外径・内径の曲率半径にそれぞれカットし、（亚克力板の厚み5mm；外径 $R=300\text{mm}$ 、内径 $R=295\text{mm}$ ）、スライド部を作製している。また、**図5**中の目印D点は、スライド部の最も低い位置にある（このD点は、測長機を用いて決定した）。さらに、保持部材を測定位置で固定させるため、台部材には締付部を有している。この締付部は、保持部材の表面側を締め付けて固定している（**図6**）。実際に作製した曲面パネル光学測定用治具を**図7**に示す。

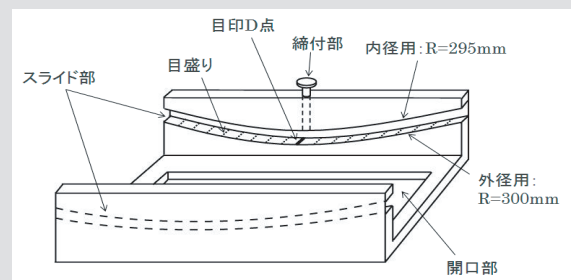


図5 スライド式台部材

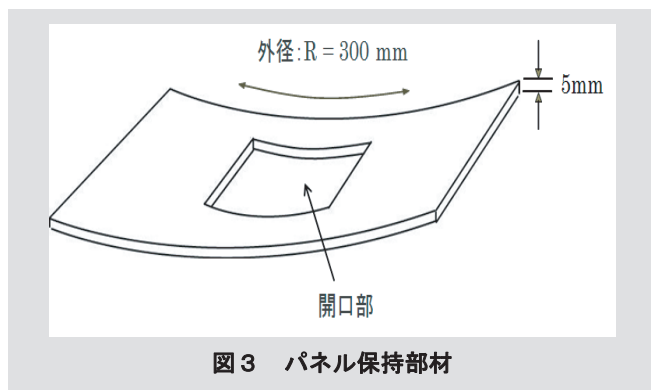


図3 パネル保持部材

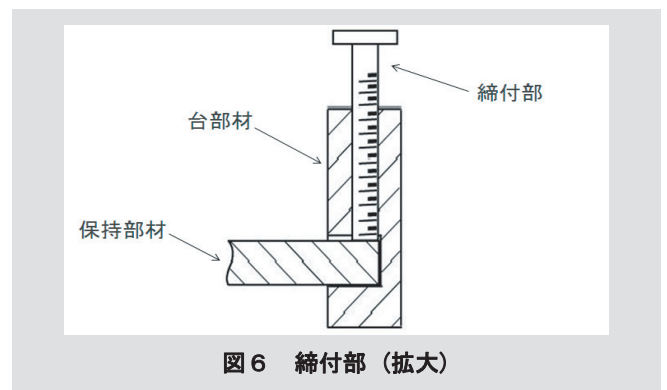


図6 締付部（拡大）

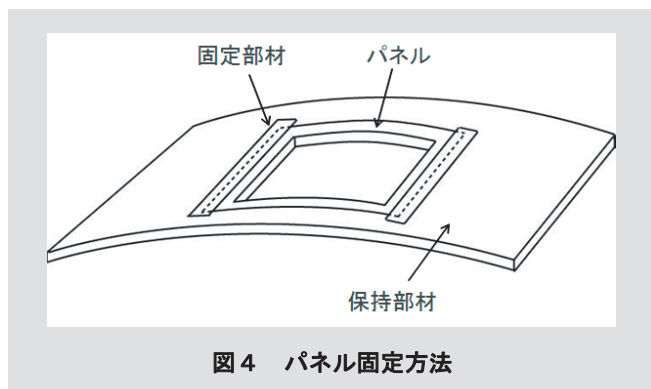


図4 パネル固定方法

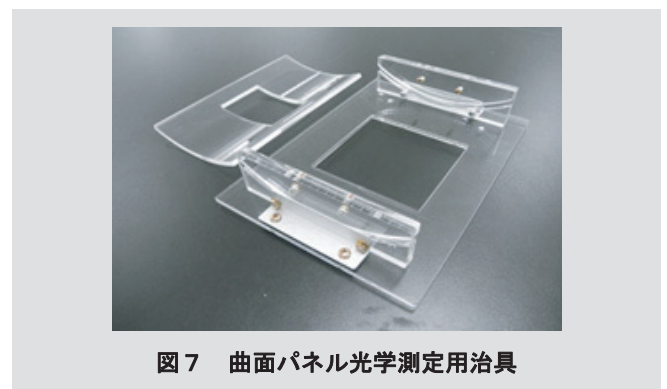


図7 曲面パネル光学測定用治具

2.3 新規治具を用いた曲面光学測定方法

図8に曲面パネル光学測定用治具と光学測定装置との測定位置関係を示す。光学測定装置は、発光部と受光部を備え、発光部から出た光をパネル表示部に照射し、受光部で受光することで、表示部のセルギャップ、輝度および色度等の物理量を測定する。

この光学測定装置に曲面パネル光学測定用治具を光学測定装置の発光部と受光部を結ぶ線（光線S）上に、対向するスライド部の目印D線を結ぶ線（K線）とパネルの測定したい箇所が一致するようにセットする。この光学測定装置の光線

SとK線の交点上にあるパネルの位置は、パネルの測定箇所を法線方向から測定した位置にあたる。法線方向から測定できているかどうかの検証として、実測値とシミュレーション結果を比較し、一致することを確認している。この治具を用いた光学測定は、保持部材が台部材のスライド部を移動することで、いずれの測定箇所においても法線方向からの測定を可能にしている（図9）。また、保持部材の移動量は、スライド部の目盛り（図5）に基づいて測定位置を変化させて測定する。

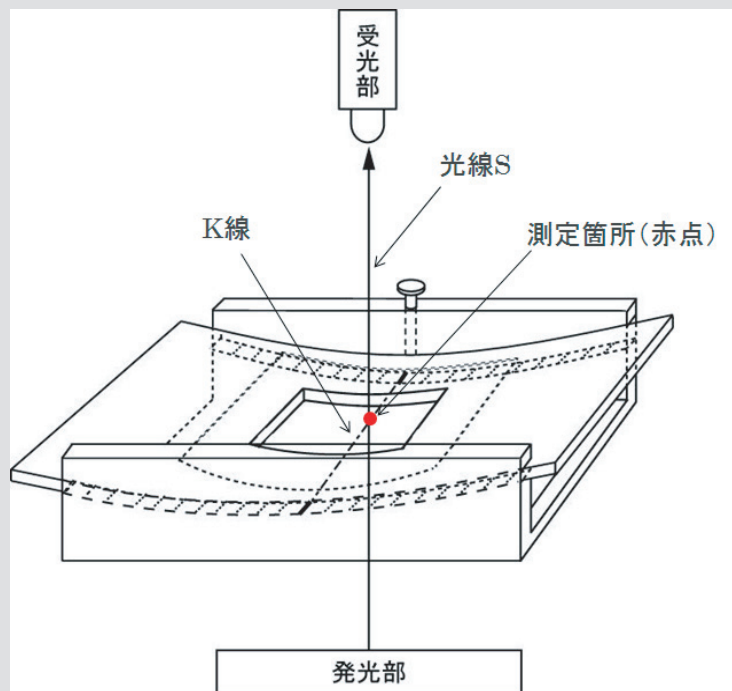


図8 新規治具と光学測定装置との位置関係

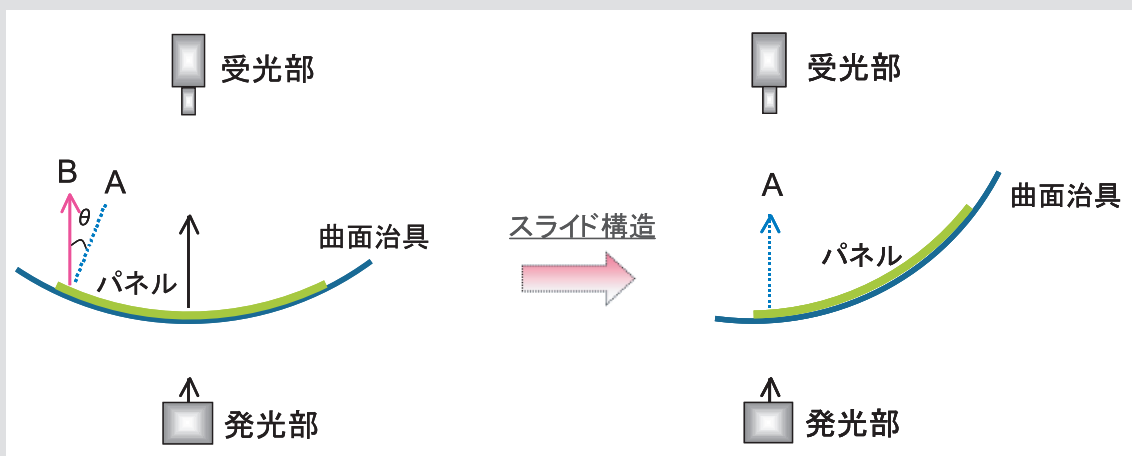


図9 パネル端部の測定方法

3 曲面パネルの光学測定

最後に「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」で作製したプラスチック液晶パネルの曲面光学測定結果について述べる。

3.1 光学測定結果

パネルをフラットの状態にして測定を行った後、新規曲面治具を用いて曲率半径300mmに曲げて測定を行った。光学測定装置として、VT測定装置を用いた。また、測定点は、端部・中央部の計9点とした(図10)。測定点A(図11上)・B(図11下)ともにパネルを曲げてでも光学特性に大きな変化はなく、且つ経時変化もなかった。このことから、超薄型プラスチック液晶パネルは曲面下でも画像不良を起こさないことがわかった。

また、VT以外の光学特性評価としてセルギャップ測定を行った。フラットと曲面でほとんどセルギャップが変化しておらず、VT測定結果と一致した。さらに、曲率依存性を把握するため、曲率半径250mmに曲げて光学測定を行ったが、曲率半径300mmと同様にフラットと曲面で大きな差は無いことを確認した。

4 結語

パネル全体を均一に曲げ、且つパネルの全表示領域を法線方向から測定できるスライド可変式光学測定用治具および新規曲面光学測定方法を提案した。

本研究で使用した治具は、現行のフラットパネル測定用の光学装置に装着でき、縦置きでも横置きでも設置可能である。また、保持部材にアクリル材を使用したのが金属で保持部材を作製すれば、パネルを固定した状態(図4)で高温・高湿下に投入でき、曲面ディスプレイの信頼性評価用治具としても使用できる。

さらにこのようなスライド式治具は、評価用治具のみならずデジタルサイネージなどの電子看板にも応用できると考えており(例えば、駅中の円柱に取り付けられ、朝と夕方での流れ方向にディスプレイを移動させることができる)、今後幅広い分野で使用されることを期待している。

参考文献

- 1) 中村伊知哉, 石戸奈々子, “日本を動かす次世代メディア デジタルサイネージ戦略”, アスキー・メディアワークス (2010).
- 2) 月刊ディスプレイ編集委員会, “大型ディスプレイ&デジタルサイネージ総覧2010”, テクノタイムズ社 (2010).

- 3) 湯川鶴章, “次世代マーケティングプラットフォーム 広告とマスメディアの地位を奪うもの”, ソフトバンククリエイティブ (2008).
- 4) 藤掛英夫, 月刊ディスプレイ, テクノタイムズ社, 2012年7月号, 25 (2010).
- 5) 藤掛英夫, 電子情報通信学会論文誌. C, エレクトロニクス, 電子情報通信学会, Vol.J92-C, 26 (2009).
- 6) 実用新案登録第3173958号.

