

(I - 14) 構造隅各部の錯覚を補正する緩和曲線に関する研究

関東学院大学大学院 学生員 鈴木 宏宣
関東学院大学 フェロー 倉西 茂

1. はじめに

アーチ橋端部などの構造物の隅角部で行われる曲線(曲面)処理において、直線から円弧へと変化する箇所、円弧が実際よりもくい込んで見える錯視現象が起こる(写真-1, 2)。なぜ錯視が起こるのか、100年以上にわたって研究されてきたが、多くの錯視を首尾一貫して説明することは未だに出来なく、生理学的な機構もよくわかっていない。本研究では土木構造物に見られる視覚的錯覚に着目・分析し、緩和曲線(Transient Curves)により美観的に補正する研究を行った。

2. 緩和曲線 (Transient Curves) の設定

錯覚を解消するため本研究では、放物線を緩和曲線(Transient Curves)として用いることにした。直線 l_1 : $y = ax + b$ と、 y 軸上に中心を置き半径を R とした円弧 :

$(y - y_0)^2 + x^2 = R^2$ を、幅 L' 、高さ D' の放物線で結ぶことに

する。 l_1 が点 $P_1(-L', -D')$ で放物線に対し接線として接続し、原点 O で放物線と円弧が互いに接線として接続させると、

直線 l_2 : $y = \frac{2D'}{L'}x + D'$ 、放物線 : $y = -\frac{D'}{L^2}x^2$ となる。次に、

図-1 に示したように、座標軸を原点が円弧の中心となるように平行移動させ、この図を水平な図に写像させるために、 l_2 が x 軸と平行となるように、座標軸の原点 O を中心に角

θ 反時計回りに回転させる。ここで $\tan \theta = \frac{2D'}{L'}$ であるから、

回転させる角 $\theta = \tan^{-1} \frac{2D'}{L'}$ により 1 次変換を行うと、直

線 : $Y = \frac{L'(D'+R)}{\sqrt{L'^2 + 4D'^2}}$, 放物線 :

$\frac{D'}{L'^2}(X \cos \theta - Y \sin \theta)^2 + X \sin \theta + Y \cos \theta - R = 0$ となる。

変換後の放物線の幅を L 、高さを D とすると、

$L = \frac{L'^2 + 2D'^2}{\sqrt{L'^2 + 4D'^2}}$, $D = \frac{D'L'}{\sqrt{L'^2 + 4D'^2}}$ である。

3. 緩和曲線の設置、比較

前節で定めた条件をもとに、Mathematica 上で作図し、以下の項目ごとに比較検討を行った。

3.1 基本モデル

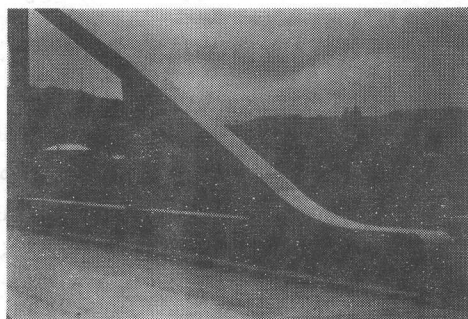


写真-1

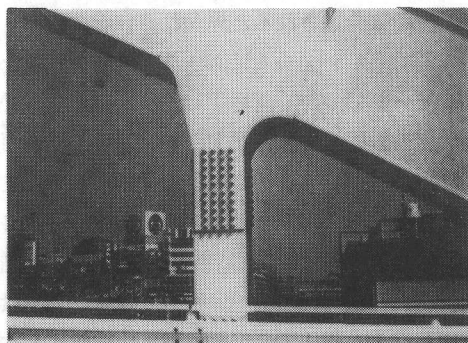


写真-2

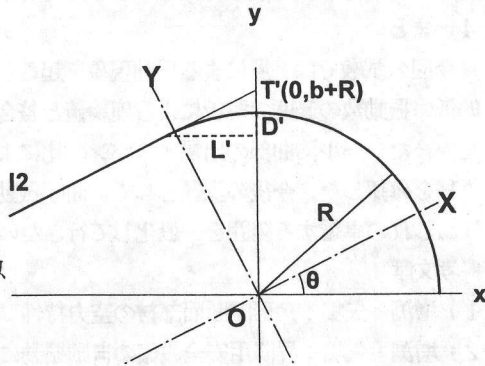


図-1

構造隅角部の錯視現象をモデル化し、比較を行うために基
 本のモデルを設定した(図-2 $L \rightarrow 0, D \rightarrow 0$)。このモデルでは、
 実際の構造物に見立てた部材高 t として外郭線を入れた。外
 郭線により、錯覚は強調されて見えるが、 t の高さの変化に
 よる影響は見られなかった。

3.2 角度をもたないモデル

錯覚を緩和曲線により改善するためには、緩和曲線の幅 L
 と高さ D で考えたとき、円弧端部で曲線がくい込んで見える
 方向が円弧の中心から外側、つまり緩和曲線の高さ D 方向
 である錯視の性質から、まず高さ D を変化させる。 L/R を
 固定して、 D/R の変化による曲線を比較した結果、 $D/R=0.05$
 で曲線がスムーズに見られた。次に $D/R=0.05$ を一定にして、
 L/R の変化による曲線を比較する。図-2 より、 L/R が 0.5
 より小さいと錯覚が解消されず、 L/R が 0.5 より大きいと錯
 覚は解消されるが円弧が長細く見え、美観的に損なわれる。
 よって、スムーズな曲線に補正する緩和曲線 (Transient
 Curves) は、 $L/R=0.5$ 、 $D/R=0.05$ が最適と思われる。

3.3 角度をもつモデル

円弧のモデル直線部は平行であったが、次に直線が角度を
 持つモデルの比較を行う。直線の延長線が交わる角度を A と
 し、ここでは $A < 90^\circ$ の鋭角モデル、 $A=30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ で比較検
 討を行う。

(1) 緩和曲線の入っていないモデルの比較

$A < 90^\circ$ の角度をもつモデルでは、角度のないモデルと同
 様な錯視現象が見られる。また、 A の増加による錯覚への影
 響は見られなかった(図-3)。

(2) 緩和曲線を入れたモデルの比較

図-3 で左側に緩和曲線の入っていないモデル、右側に緩
 和曲線を入れたモデルをならべ比較をしている。角度のもつ
 モデルともたないモデルが同様な錯視現象を見せることから
 緩和曲線は角度のないモデルで最適であった
 $L/R=0.5, D/R=0.05$ を使用し、これにより 3 モデルともほぼ
 錯覚は解消されている。

4. おわりに

構造隅角部で起こる錯視現象の解消法として、緩和曲線は
 有効であり、曲線(曲面)処理の曲線をよりスムーズに描け
 ることが解った。鈍角モデルの錯覚の検討については、今後
 の研究内容としている。

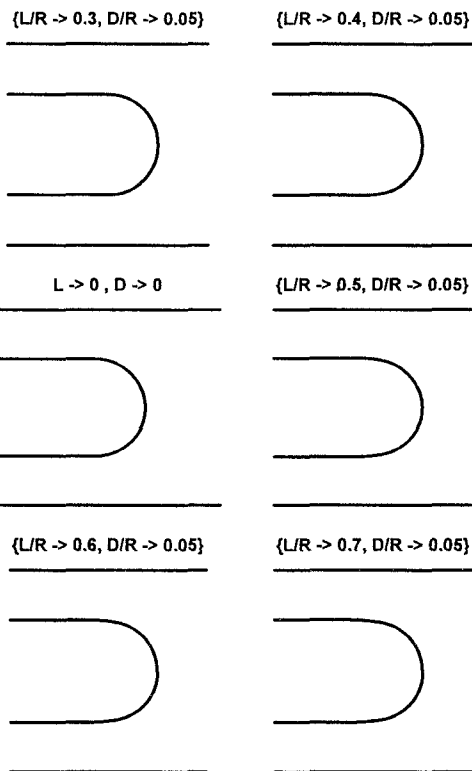


図-2

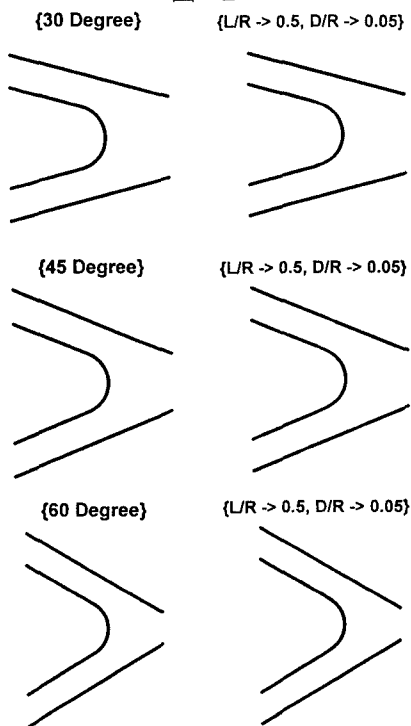


図-3