

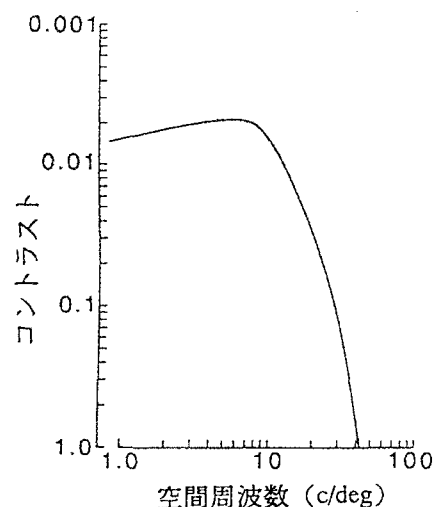
屋外における人の視覚に関する空間周波数特性に対する低減係数

中部大学 学生会員 村上慎一郎

中部大学 正会員 塩見 弘幸

1. 研究の背景と目的

文献1)では、人の空間周波数特性 (MTF と呼ぶ) の概念を用いて、コンクリート構造物のスリットの大きさとそれに対する識別距離との関係が求められている。その際、テクスチャーの大きさとコントラストが識別距離に関する主要因であることから、図一1 に示す画像工学分野で用いられている MTF²⁾ を直接用いることが考えられたが、屋外でかつ視距離が長い土木的なスケールを有するテクスチャーには直接適用できないことが確認された。何故なら、物体表面のコントラスト (真のコントラストと呼ぶ) と人が知覚するコントラスト (みかけのコントラストと呼ぶ) は、視距離が短い場合はほぼ等しいといえるが、視距離が長くなれば、真のコントラストに対し見かけのコントラストが小さくなるからである。このことから、塩見は屋外における人の視覚の空間周波数特性を実験的に求め、図一1 の MTF を直接使用できるように、視距離に応じた低減係数を提案した³⁾。今回はこれにさらに長距離の場合の実験値の結果を追加した。



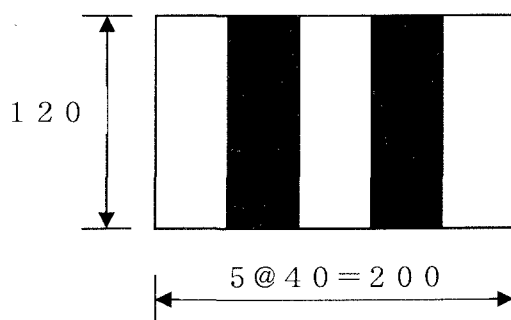
図一1 ひとの空間周波数特性

2. 実験概要

縞模様が無彩色で描かれた供試体 (図一2) を用意する。供試体の模様が見えない十分離れた位置から被験者を歩かせ、供試体の模様が確認できた地点で合図をさせる。供試体に対する識別距離と真のコントラストを測定し、図一1 のコントラストと比較する。

2.1 供試体

図一2 に示すように、白紙に黒色の縞模様を描いたものを供試体とした。供試体の寸法は、縦 120cm、横 200cm とし、40cm 間隔で黒と白の縦縞模様を描いた。この場合のサイクル数は 2.5 である。この寸法は、約 500m 離れた位置から模様が完全に確認できないとされる値である。黒色の明度を変えたものを 4 種類用意した。ここでの明度は、測定の結果、濃い方から、N1.5、N4.0、N5.5、N7.0、である。



図一2 供試体イメージ図(cm)

2.2 被験者 実験場所近くを通行する人を被験者とし、視

力 0.8 から 1.2 までの被験者 30 名のデータを収集した。視力は自己申告とし眼鏡の場合は矯正視力として 1.0 とみなした。

2.3 実験条件 供試体の設置場所は前の実験と同様に、直接日光が当たらない日陰を選び散乱光線下の条件とした。

理由は直射日光の場合は時間によって照度の変化が激しく、安定したデータの収集が難しいためである。日陰といえども照度は刻々と変化をし、それに伴い供試体の縞模様の輝度も変化する。輝度の計測に比べて照度の計測の方が手軽に行う事ができるため、予めそれぞれの供試体の模様の照度と輝度の関係を求め、照度を測れば輝度が算出できるようにした。輝度からコントラスト C を求める式を次に示す。

$$C = \Delta B / B = (B_{\max} - B_{\min}) / (B_{\max} + B_{\min}) \cdots (1)$$

ここに $B_{\max}$ は縞模様の白地の輝度、 $B_{\min}$ は黒色の輝度である。散乱光線下の照度は 10,000 ルックスを超えな

いことが文献 1) で確認されている。照度と輝度はほぼ直線関係と見なすことができるので、コントラストはそれぞれの供試体に関して光線の強弱に関わらず一定となり、今回の実験では最も大きいコントラストのものは、 $N=1.5$ の供試体で 0.86、最も小さいものが $N=7.0$ の供試体で 0.47 となる。それぞれの被験者に 4 種類の供試体を見せるわけだが、効率よく実験を行うためにコントラストの大きい供試体から順次提示した。

3. 実験結果

今回の実験は屋外でかつ長距離の場合の空間周波数を直接求めるために行った。表-1 に実験結果を示す。平均値で 297m から 429m の識別距離が得られた。

表-1 実験結果

N 値	N1.5	N4.0	N5.5	N7.0
真のコントラスト	0.86	0.77	0.59	0.47
視距離 (m)	429	384	339	297
空間周波数 (c/d e g)	9.36	8.37	7.41	6.48
標準偏差 (c/d e g)	1.95	2.13	2.08	1.97

4. 低減係数に対する考察

図-3 は、塩見の研究結果³⁾に今回の実験結果を加えたものである。長距離における低減係数は、従来提案された曲線のほぼ延長線上にあることが確認される。

図-3 から得られる結果の妥当性を調べるために、コンクリート表面にスリットが施されたテクスチャーに関する実験値を対象に検討した。図-4 は、スリットに関する既往の実験値を用い、スリット間隔と視距離の関係をプロットしたものである。ここでは図-3 を用い、コントラスト 0.6 と 0.1 の両方について計算した結果が曲線として表されている。塩見らの実験¹⁾ではコンクリート表面における基本的なコントラストは 0.6 と明示されているので、スリット間隔が狭い範囲では曲線上にあり、計算値は実験値を説明している。スリット間隔が広がるとコントラストが低くなるので、曲線の下方に下がっており、この場合も計算値は実験値を説明していると考えられる。杉山らの実験⁴⁾では、スリット間隔が狭い範囲では、0.6 曲線の上方に位置し、広がると線上に一致している。

同実験ではコントラストが明示されていないが、コンクリート表面を想定しながらも白色塗装を施したとされているので、実際のコントラストは 0.6 より高いと思われる。このことから計算値は実験値を説明していると考えられる。以上より、提案した低減係数の妥当性が確認された。

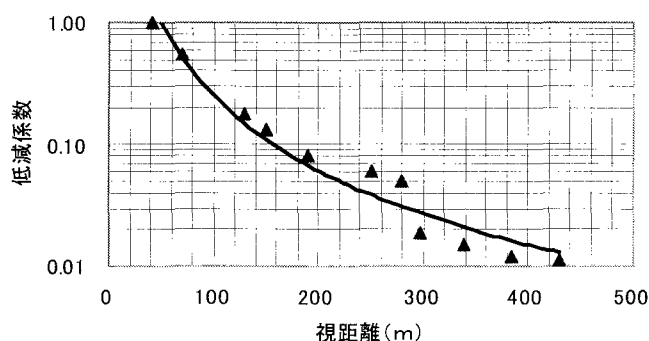


図-3 視距離に対する低減係数

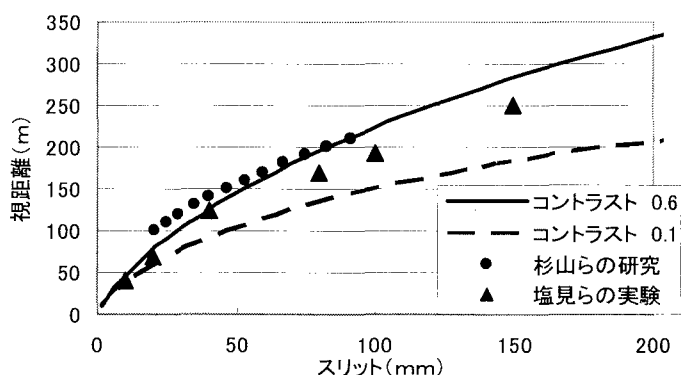


図-4 視距離とスリット

参考文献

- 1) 塩見、石原、山田：コンクリート構造物のテクスチャーと視覚の空間周波数、構造工学論文集、Vol.44、pp.589—594、1998
- 2) 乾敏郎：視覚の情報処理の基礎、サイエンス社、1990
- 3) 塩見弘幸：屋外における人の視覚に関する空間周波数特性 第 57 回土木工学年次講演会
- 4) 寺島、杉山：建築スケールのテクスチャの視覚的印象に関する研究、日本デザイン学会学会誌、1995