周辺視野を活用した目視検査における 検査対象面の複雑性が欠点検出に及ぼす影響に関する研究

○中嶋 良介（成蹊大学），

秀島 光慶，肥田 拓哉，松本 俊之（青山学院大学）

A Study on the Effect of Complexity of Inspection Surface on Defect Detection in Visual Inspection

Ryosuke NAKAJIMA (Seikei University),

Mitsuyoshi HIDESHIMA, Takuya HIDA, Toshiyuki MATSUMOTO (Aoyama Gakuin University)

1. はじめに

近年、生産現場において周辺視野を活用した目視検査の方法が提案され¹⁾、その有効性が報告されている²⁾。この検査方法は、従来の中心視野のみでキズや汚れなどの欠点を探索する方法ではなく、周辺視野で欠点を違和感として抽出する方法であり、人間の視覚機能やメカニズムの観点から短時間かつ正確に欠点を検出するための方法として効果的であると考えられる。

また、製品上の欠点と検査対象面との輝度コントラストに欠点の面積を乗じて得られる欠点の面光度が欠点検出の容易性の評価指標になりうることを提案され³⁾、その面光度に合わせた目視検査の作業設計の方法も提案されている⁴⁾。ただし、これらの知見は検査対象面の色みが単一で、かつ意匠も単純な工業製品の目視検査を想定したものである。一方で、実際の工業製品には検査対象面の色みや意匠が複雑なものも数多く存在しており、現状ではそれらにも上述した検査方法が適用可能であるかは評価されていない。

そこで本研究では、多くの工業製品への周辺視野を活用した目視検査の方法の適用可能性に関する基礎的な知見を得るため、欠点の複雑性と欠点の配置および特徴を変動要因とする実験モデルを考案し、これらの相違が欠点検出に及ぼす影響について検討することを目的とする。

2. 実験方法

課題作業として、被験者にはディスプレイ（EIZO社製：ColorEdge CG276）に表示される検査対象が欠点を含む不良品か否かを判別させる作業を課す。検査対象として、縦300mm×横300mmの正方形領域の中心に直径10mmの注視点を配置したものをを用いる。周辺視野を活用した目視検査を誘導する目的で、被験者には注視点を注視しながら、検査対象の全体を検査することを教示する。

3. 実験要因

検査対象面の複雑性として、図1に示すように5種類（単色-白、単色-黒、多色-2分割、多色-4分割、多色-8分割）の検査対象を用い、本研究ではその複雑性を分割数で表現した。なお、分割数が多くなるにつれて、複雑性が高くなることを示している。

欠点は、検査対象を縦8×横8の64区画に分割し、各区画の中心に配置する。64分割した区画は、検査対象の中心から欠点の中心までの水平距離と垂直距離によって領域1から領域16までの16種類に分類した。

欠点の形状は円形とし、その特徴量を大きさ（直径）と検査対象との輝度コントラストで定義した。欠点の大きさは0.7mm、1.0mm、1.3mmの3種類とした。また、欠点の輝度コントラストは0.20とし、検査対象よりも明るいものと暗いものの2種類とした。これらの欠点は、実際の目視検査工程で許容限度とされる程度のものを想定して決定した。

これらの6種類の欠点を上述した64区画（領域1から領域16に4個ずつ）に配置し、384枚の欠点を含む検査対象を作成した。

4. 実験手続き

20歳から25歳の大学（院）生12名を被験者として実験を行なった。被験者は視力（矯正視力を含む）1.0以上の者を対象とした。実験の前に被験者に対して実験の概要と方法について説明し、作業に慣れることを目的に、事前に予備実験を課した。実験では、5種類の検査対象面の複雑性でそれぞれ768枚（良品384枚、不良品384枚）の検査を課した。なお、順序効果による影響を排除するため、被験者ごとに実験の順番をランダム化した。

図1 実験で用いる検査対象面の複雑性

5. 実験結果

検査対象面の複雑性と欠点検出率の関係は図2に示す通り、欠点の複雑性が高くなるにつれて、欠点検出率は低くなることがわかった。また、欠点検出率に関して、検査対象面の複雑性 (5) × 欠点の配置 (16) × 欠点の特徴 (6) の3つを要因とする3元配置の分散分析を実施した。その結果、全ての要因の主効果、およびそれらの交互作用に1%水準で有意性が認められた。つまり、検査対象面の複雑性が高くなるにつれて、欠点検出率は低くなり、さらにその影響度合いは欠点の配置と特徴によっても異なることが確認された。

以上のことから、検査対象面の複雑性と一度の注視で検査する範囲、および検出すべき欠点の許容限度を統合的に捉えることで、実際の製造業において周辺視野を活用した目視検査の方法の適用可能性を評価できることを示唆すると考えられる。

6. おわりに

本研究では、周辺視野を活用した目視検査の方法の適用可能性に関する基礎的な知見を得るため、欠点の複雑性が欠点検出に及ぼす影響について実験的に検討した。その結果、検査対象面の複雑性が高くなるにつれて、欠点検出率は低くなり、さらにその影響度合いは欠点の配置と特徴によっても異なることが明らかになった。

今後は、検査対象面の複雑性と欠点の配置、および特徴の関係についてさらに詳細に分析し、実際の工業製品に周辺視野を活用した目視検査の方法の適用可能性を評価する方法を検討する予定である。さらに、本研究の成果を実際の目視検査工程に適用し、その有効性について検証する予定である。

図2 検査対象面の複雑性と欠点検出率の関係

謝辞

本研究はJSPS 科研費研究活動スタート支援 (16H07202) の助成を受けたものである。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 佐々木 章雄：“周辺視目視検査法[I]ラインアウトの紹介”，IEレビュー，Vol. 46，No. 4，pp. 65-70，2005.
- 2) 菅原 隆宏 他：“不良項目別の有効視野範囲と目視角度に着目した新たな周辺視目視検査の作成手順の提案”，日本経営工学会論文誌，Vol. 62，No. 4，pp. 153-163，2011.
- 3) 志田 敬介 他：“周辺視を用いた目視検査における欠点特性と検出率との関係”，人間工学，Vol. 48，No. 4，pp. 163-169，2012.
- 4) 中嶋 良介 他：“目視検査における欠点の特徴と検出視野の関係に関する研究”，人間工学，Vol. 51，No. 5，pp. 333-342，2015.