

北海道における路上作業エリアの安全性向上対策に関する研究

Safety Improvement Measures for Traffic Work Zones in Hokkaido

(独) 土木研究所寒地土木研究所 〇 正 員 武本 東 (Azuma Takemoto)
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 平澤匡介 (Masayuki Hirasawa)
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 浅野基樹 (Motoki Asano)

1. まえがき

わが国の建設工事故は、平成8年までは年間の死者数が1千人を超える状況にあったが、平成17年には約500人まで減少している。しかし、全労働災害のうち建設工事故による死者数は3分の1近くを占めており、建設工事故のうち交通事故は3番目に多い。

北海道においては、平成16年度に、一般国道の路上作業エリアで発生した交通事故の発生状況と事故要因について分析し¹⁾、運転者側の過失による事故が多く、特に脇見・前方不注意による事故が6割を占めること等を把握した。そこで筆者らは、路上作業エリアの交通安全対策に関する満足度調査を施工者側(警備会社)と道路利用者側(トラック運送会社)に対して行い、CSポートフォリオ分析を用いて重点的に改善すべき項目を抽出した¹⁾。その結果、交通整理員等の視認性に対する満足度が特に低く、改善する必要性が高いことを把握した。

そこで、本研究では、交通整理員の視認性に着目し、視認性向上対策を検討することを目的として、北海道における配置状況を調査するとともに、苫小牧寒地試験道路で服装の視認性評価実験を実施した。

2. 交通整理員の視認性向上対策の検討

2.1. 交通整理員の配置状況調査

(1) 調査概要

本章では、路上作業エリアの安全性向上のため、重点的に改善すべき項目として挙げられた交通整理員の視認性向上対策に関する検討を行う。

まず、路上作業エリアにおける交通整理員の配置状況を把握するため調査を行った。調査場所は、季節、時間帯、地域等を考慮して、表-1の10地点とした。275号(東雁来)と、積雪期の国道276号郊外部(苫小牧市丸山)であり、3人配置されていた。交通整理員の配置位置・配置人数の時間帯による変更は見られなかった。ただ、誘導方法は時間帯による変更が見られ、例えば、国道235号(新冠)では、昼間は手旗による誘導を行っていたが、薄暮は合図灯(誘導指示棒)による誘導に変更していた。配置状況としては基本的に、規制区間の両端に1名ずつ計2名の交通整理員を配置する形式をとっており、都市部か郊外部かといった地域による違いはなかった。

交通整理員の服装の色については、調査地点全10地点20人のうち、紺色が8地点16人、オレンジ

色が2地点4人であり、その他はなかった(図-1)。反射ベストは全員が着用していたが、LED付きの反射ベストの着用は5地点11人のみ確認された。また、その中の2地点4人は、オレンジ色の作業服にLED付きの反射ベストを着用しており、このパターンは、積雪期でのみ確認された。

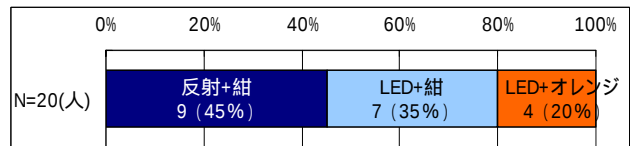


図-1 服装とベストの着用状況

(2) 交通整理員の視認性への考察

交通整理員を認識しづらい状況は、昼間は特に見受けられなかったが、薄暮・夜間は都市部・郊外部ともに見受けられた(写真-1)。この原因として、都市部では、交通整理員が背後の電光標示板や建物等の光にまぎれ込んだり逆光になってしまったりすることが考えられる。また、郊外部では、単に暗いことが考えられる。郊外部において、交通整理員が紺色の服装を着用していた場合、周囲の状況との識別が特に難しい状況が多かった。

交通整理員の視認性向上対策として、服装の色彩を検討すること、服装の反射部や発光部を多くすること、周囲の照明との位置関係に配慮することが重要であると考えられる。

周囲の照明との位置関係に関する好例として、国道453号(支笏湖畔)の調査地点が挙げられる。この地点の交通整理員の周囲には道路付属物としての照明施設がほとんどなかったが、交通整理員に投光機の照明を当てることにより遠くからでも認識することができるよう工夫されていた(写真-2)。都市部においても背後からの照明を抑え、前方から照明を当てることにより交通整理員の視認性が向上すると考えられる。

2.2. 交通整理員の視認性評価実験

交通整理員の服装の色彩の検討について、道路利用者が認識しやすい色を検討するため、苫小牧寒地試験道路において視認性評価実験を行うこととした。

(1) 実験概要

交通整理員の早期認識及びもらい事故削減に向けて、

表 - 1 交通整理員の調査場所及び配置状況

調査対象箇所	調査時間帯		地域	危険回避服	ベスト	配置人数	合図灯
	無積雪期	積雪期					
北2条通(北2西5)	夜間(H17.11)	-	都市部	紺	LED	2	あり
国道235号(新冠郡新冠町字節婦)	昼間・薄暮(H17.12.8)	-	郊外部	紺	反射	2	あり(昼間は手旗)
国道235号(新冠郡新冠町字節婦～新冠郡新冠町北星町)	昼間・薄暮(H17.12.8)	-	郊外部	紺	反射	2	あり(昼間は手旗)
国道5号(北16西1)	昼間(H18.3.12)	-	都市部	紺	反射	1	あり
東3丁目線(北25東3)	昼間(H18.3.13)	-	都市部	紺	反射	2	なし(手旗)
国道276号(苫小牧市丸山)	-	夜間(H17.12.8)	郊外部	紺	LED	3	あり
道道早来千歳線(千歳市栄町6)	-	夜間(H17.12.8)	都市部	紺	LED	2	あり
国道275号(東雁来)	-	夜間(H18.2.2)	都市部	オレンジ	LED	3	あり
国道274号(北33東1)	-	夜間(H18.2.8)	都市部	オレンジ	LED	1	あり
国道453号(支笏湖畔)	-	夜間(H18.3.5)	郊外部	紺	反射	2	あり



写真 - 1 認識しづらい交通整理員の例(夜間・都市部)



写真 - 2 認識しやすい交通整理員の例(夜間・郊外部)

道路利用者にとって見やすい服装の色を検討することは重要である。本実験は、交通整理員の服装別の認識距離を比較するとともに、視認性に対する主観評価を把握することで、交通整理員の服装として最も視認性が高く最適な色を提案することを目的とした。

実験で使用した服装の色は、現在使用されている割合が高い「紺色」の他に日本工業規格 JIS Z 9101(安全色及び安全標識)において『注意』を意味する色として規定されている「黄色」、『危険』を意味する色として規定されている「オレンジ色」、『高度の危険』を意味する色として規定されている「赤色」を設定した(写真 - 3)。実験の概要を以下に示す。

- ・ 実験場所：苫小牧寒地試験道路
 - ・ 実験日時：秋期 H.17.11.24(木)
冬期 H.18.2.11(土),12(日)
 - ・ 天候：秋期「曇」、冬期「晴」
 - ・ 実験時間帯：昼間・薄暮・夜間
夜間はスポット型、バルーン型の2種類の照明を使用(写真 - 4)
- なお、被験者数は、秋期 29 人、冬期 25 人であった。



写真 - 3 交通整理員の服装(全4色)と実験状況



写真 - 4 スポット型照明(左)とバルーン型照明(右)

(2) 服装別の認識距離比較

実験方法

本実験は、交通整理員の服装の色別認識距離を比較するものである。苫小牧寒地試験道路の実験コース上に片側交互通行規制の状況を想定した路上作業エリアを設置し、被験者には対象エリアの 1km 以上手前から時速約 50km/h で自動車を運転させた。被験者は、4 色のいずれかの服装を着用した交通整理員が誘導を行っている路上作業エリアを運転中に目視して、交通整理員を認識した距離を 50m 単位で車載ビデオの音声入力に記録した。認識距離としては、服装の色を判別した距離(色判別距離)と人間であることを確信した距離(確信距離)の2種類を設定した。被験者 1 人あたり 4 回走行し、全色の服装に対する色判別距離と確信距離を記録した。なお、路上作業エリアの資・機材の配置、交通整理員の誘導方法については、警備協会の指導のもと一般的な路上作業エリアを再現した(図 - 2)。

分析方法

実験データの特性を分析するにあたり、本実験では認識距離を 50m 単位の離散的データとして扱うこととしたため、一般的にデータの代表値として使われる平均値ではなく中央値を用いることとした。さらに、時期別・時間帯別の各色の色判別距離と確信距離について統計的有意差の有無の検証をするため、観測値を

用いて、フリードマン検定を行った。

フリードマン検定は、ノンパラメトリック検定（データの分布に依存しない検定法）に分類され、3 群以上の対応あるデータにおいて、観測値間に差があるかどうかを検定する手法である。ここで、対応あるデータとは、同一サンプルによる実験結果のデータを示し、今回の場合、同一被験者が判断した 4 色（紺・赤・黄・オレンジ）の色判別距離と確信距離に対して、その距離の差の有無を検定した。検定結果に有意差があった場合、さらに、シェッフェの方法による対比較を行い、どの色とどの色に有意差があるかについて検定することとした。

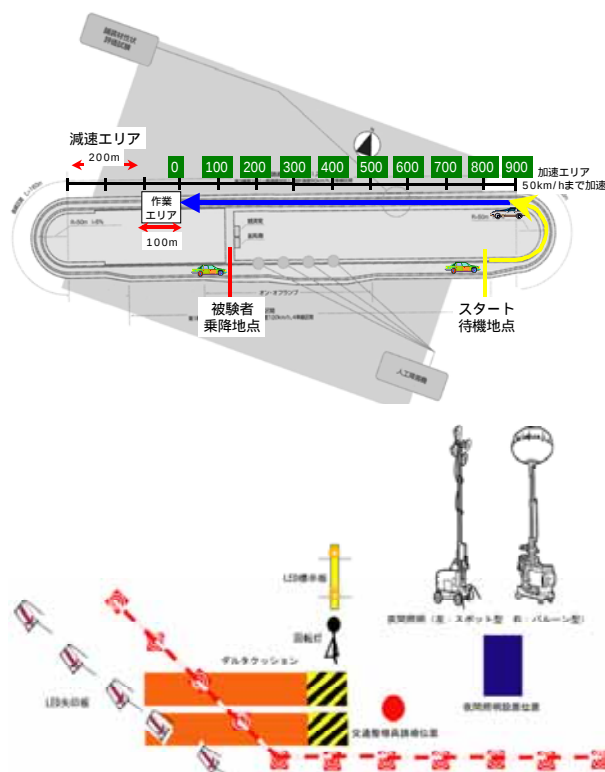


図 - 2 実験コース及び機材配置図

実験結果

実験の結果、色判別距離については、ほとんどの時間帯において、オレンジ色・黄色が紺色・赤色に比べて大きな値となった。なお、その差は昼間・薄暮の時間帯で顕著であった。

確信距離の結果としては、昼間・薄暮は、色判別距離に比べほぼ全体的に小さい値となり、夜間は、色判別距離とほとんど変わらなかった。このことから、昼間・薄暮では、まず色を認識してからそれが人であることを認識するが、夜間は、色の認識と人であることの認識がほぼ同じタイミングであると判断できる。

次に、時期別・時間帯別の各色の観測値の傾向について統計的有意差の有無の検証をするため、フリードマン検定を行った。さらに、有意差があった時期・時間帯では、どの色とどの色に有意差があるかを検定するため、シェッフェの方法による対比較を行った。

その結果、紺色 対 赤色については、秋期・冬期とも全時間帯で有意差がなかった（表 - 2）。また、黄色 対 オレンジ色については、秋期では全時間帯で有意差がなかった。シェッフェの方法による対比較を行ったことから、「紺色・赤色」の服装に比べ「黄色・オレンジ色」の服装のほうが認識距離が高いことを把握できた。

表 - 2 シェッフェの方法による対比較結果

秋期	昼間		薄暮		夜間(スポット)		夜間(バルーン)	
	色判別距離	確信距離	色判別距離	確信距離	色判別距離	確信距離	色判別距離	確信距離
紺 対 赤								
紺 対 黄	**	**	**		**		*	
紺 対 オレンジ	**	**	**	**	**	**	*	
赤 対 黄	**	**	**	*	**	*	**	
赤 対 オレンジ	**	**	**	**	**	**	**	
黄 対 オレンジ								
冬期	昼間		薄暮		夜間(スポット)		夜間(バルーン)	
	色判別距離	確信距離	色判別距離	確信距離	色判別距離	確信距離	色判別距離	確信距離
紺 対 赤								
紺 対 黄			*		**	**	**	**
紺 対 オレンジ	**		**		*		**	*
赤 対 黄					**	*	**	*
赤 対 オレンジ	**		**	*			*	
黄 対 オレンジ	*		**					

* 5%有意 ** 1%有意

（３）服装別の視認性主観評価

調査方法

服装別の視認性主観評価を把握するため、前述の実験の被験者に対してアンケートを行い各色の見やすさに対する評価を把握することにした。また、アンケート結果を基に AHP (Analytic Hierarchy Process : 階層分析法) を適用した分析を行った。

評価方法

AHP とは、何かしらの「問題」に対して、複数の「代替案」と、代替案を順位付けするための「評価基準」を用意し、評価基準毎に代替案の重要度を一対比較して、代替案の主観評価を数値化する手法である。AHP は、多面的な評価基準から判断することができ、主観評価を階層構造に従い数値化することができるため、本実験での評価手法とした。本実験における「問題」は、視認性の高い交通整理員の服装の色の把握であり、「代替案」として紺色・オレンジ色・赤色・黄色を設定し、「評価基準」として違和感・緊迫感・明解性を設定した（図 - 3）。各評価基準については以下のように定義した。

【違和感】：周りのものと異質な感じがすることにより、交通整理員の存在を認識する感覚と設定する。

【緊迫感】：状況等が非常に差し迫っていること。ここでは、交通整理員の服装の色により、心理的緊張が高まり、停止・徐行をしなければならないと被験者が感じるものと設定する。

【明解性】：はっきりと解釈すること。ここでは、交通整理員を容易に認識できることと設定する。

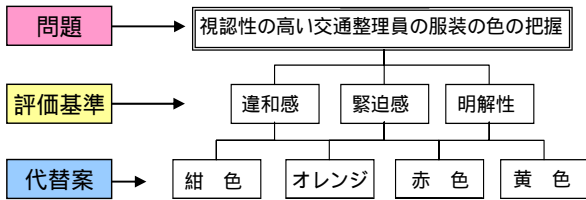


図-3 AHPの階層図

見やすさに対する主観評価結果

各時間帯における各色の服装の見やすさについて、被験者に5段階（見えずらい～見やすい）で評価してもらった（図-4）。

5段階評価の結果、紺色・赤色は、各時間帯とも「見えずらい・やや見えずらい」の否定的評価が多数を占めた。逆に、黄色、オレンジ色は、昼間は否定的評価がなく、「見やすい・やや見やすい」の肯定的評価がほぼ10割を占めた。

夜間照明時では、黄色は肯定的評価と否定的評価が同程度となり、オレンジ色は肯定的評価が否定的評価をやや上回った。

時間帯別評価の総和である全体の見やすさの評価は、肯定的評価の割合が高い順にオレンジ色、黄色、赤色、紺色となった。

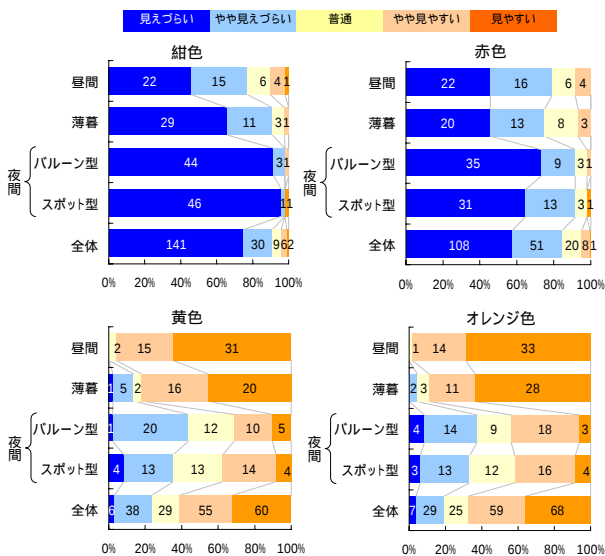


図-4 各色の「見やすさ」についての評価

AHPを適用した視認性評価の分析結果

AHPを適用した服装別視認性評価の分析を行うにあたり、まず、「違和感」「緊迫感」「明解性」の3つの評価基準について対比較を行い、評価基準自体の重要度を算出した。その結果、最も重要度が高い評価基準は、秋期・冬期とも全時間帯で「明解性」となり、次いで「緊迫感」、「違和感」となった。

次に、評価基準毎の各色の重要度を求め、それらを足し合わせることで、各色の総合的な重要度（視認性総合評価）を算出した。その結果、秋期では、昼間・薄暮の時間帯は「黄色」の評価が高くなり、スポット・バルーンの夜間照明時は「オレンジ色」の評価

が高くなった（図-5）。冬期では、昼間と夜間照明時は、「黄色」と「オレンジ色」の評価が同等に高くなり、薄暮は「オレンジ色」の評価が高くなった。「紺色」と「赤色」は、秋期・冬期とも全時間帯で低い評価となった。

全時間帯を考慮した全体の評価では、秋期・冬期ともに「オレンジ色」が最も高い評価となった。「黄色」は「オレンジ色」に次いで高い評価となり、その差はわずかであった。

実際の路上作業エリアにおいて、現在使用されている割合が高い「紺色」の服装から、「オレンジ色」または「黄色」の服装に変更することにより、一般運転手への視認性が高くなる可能性が示された。

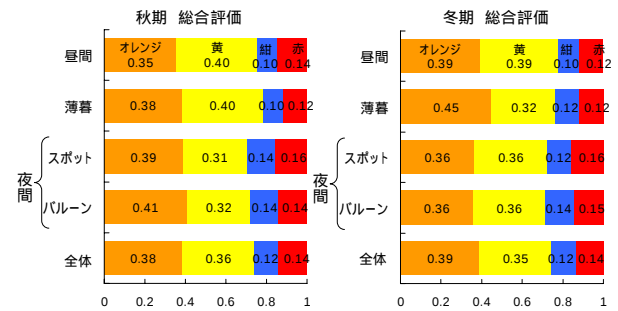


図-5 各色の視認性総合評価

3. あとがき

本研究では、路上工事エリアの安全性向上のため、交通整理員の視認性向上に着目し、配置状況調査を行ったうえで、苫小牧寒地試験道路において、一般運転者が早期に認識しやすい色を把握する実験を行い、季節や時間帯を考慮した視認性の高い服装の評価分析を行った。

交通整理員の視認性については、実験結果をフリードマン検定やシェッフェの方法による対比較を用いて分析したことにより、紺色・赤色に比べ黄色・オレンジ色の服装は早期に認識しやすいことが確認できた。また、AHPによる各色の主観的評価結果から、総合評価が最も高い色は、秋期・冬期ともにオレンジ色であることを把握した。なお、現状で使用頻度が高い紺色の服装の評価は低く、遠方から認識しづらい等の問題があった。

以上のことから、特に、紺色からオレンジ色や黄色へと交通整理員の服装を変更し定着させることによって、運転者にとって交通整理員の存在がより明確化され、早期に認識できる可能性が示された。今後、オレンジ色や黄色の服装の着用推進、基準化等に向けた検討を進めることが有効だと考えられる。

参考文献

- 1) 武本東・平澤匡介・浅野基樹・高田哲哉：路上作業エリアの安全性向上に関する要因分析、平成18年11月、寒地土木研究所月報11月号