

氏名（本籍地）	割石 浩幸（東京都）		
学位の種類	博士（工学）		
報告・学位記番号	甲第 521 号（甲（工）第 115 号）		
学位記授与の日付	2023 年 3 月 25 日		
学位記授与の要件	本学学位規程第 3 条第 1 項該当		
学位論文題目	建築・設備の施工管理におけるリスク回避に関する研究 —建築・設備実務作業者を対象とした実践的考察—		
論文審査委員	主査	教授	工学博士 石田 哲朗
	副査	教授	博士（工学） 山崎 宏史
	副査	教授	博士（工学） 香取 慶一
	副査	教授	薬学博士 加藤 和則

学位論文審査結果報告書〔甲〕

【論文審査】

本論文では、労働災害として死亡者が多くみられる建設業の内、建築設備施工現場が建築施工現場と比べて屋外での作業は少ないが、天井裏や床下等の狭く過酷な環境での労働条件下にあるため、その特殊性から建築設備工事関係者は幅広い安全知識が必要とされると考えた。そこで、この建築設備施工分野に携わる作業者に焦点を当て、建築設備施工現場における作業者の安全意識の実態を明らかにするために、実際に現場で働く作業や管理者などに対して独自に制作した危険予知訓練シート調査や熱中症アンケート調査を通じて安全意識の実態を分析し、問題点を抽出することで、労働災害を未然に防止するための方法を確立することを目的とした。本論文は以下に示す5章で構成されている。

第1章「序論」では、建設業における労働災害の現状に関する背景として、建設業では「墜落・転落」による死者数が多いこと、高齢者の就業割合が年々増加していること、労働災害が減少していないこと等を整理している。また、建設業における労働災害は、「安全意識の欠如」および「体調不良によるもの」が主な原因であることを明らかにすると共に、これらの代表的な対策として、本研究では、危険予知訓練および熱中症を取り上げることとした経緯について述べている。危険予知に関する現状およびその対策として用いられる危険予知訓練シートに係わる既往研究、ならびに労働災害における熱中症の発生状況および熱中症に係わる既往研究を収集し、本研究で明らかにする課題を整理した結果から、建築設備施工現場における安全意識の実態を分析し、災害を未然に防止するための方法の確立を目指した本研究の目的と意義について述べている。

第2章「建築・設備施工における危険予知訓練シートによる安全意識に関する研究」では、本研究で対象とした目的の内、「安全意識の欠如」の対策として有効である危険予知トレーニングについて焦点を当てている。この目的を達成するための一つの手法である危険予知トレーニングにより、設備施工・建築施工現場における作業の安全意識についての度合いを調査することにより、建設施工と建設設備施工による危険性を把握する能力の違いを見極め、建設設備施工における危険性の把握能力向上に必要な知見をまとめている。この方法として、主に建築設備施工に従事している監督者、作業員、そして未だ施工経験がない大学生を対象に、災害発生要因の高い建築施工および設備施工に特化したそれぞれ4つの危険予知訓練シート8種類のイラストによる危険予知トレーニングを総回答数10,032人について実施しており、その分析結果および建築施工と設備施工との安全意識の比較検討から考察を行っている。

第3章「建築設備施工現場における熱中症による労働災害と熱中症予防対策に関する研究」では、本研究で対象とした目的の内、「体調不良によるもの」として、近年増加している熱中症について焦点を当てている。建築・設備施工における熱中症による労働災害に関する傾向・特徴として、地球温暖化が原因とされる夏季の酷暑化による労働環境の変化や超高齢化社会での労働者の高齢化により、熱中症になるリスクが高まり、熱中症は労働災害の一要因として考えられる。その熱中症による死亡災害の発生状況を統計資料に基づく調査や建築設備会社の作業員に対する調査を行い、熱中症発生における年齢および経験年数との関係を調査し分析した。その結果、経験年数5年以内の作業員及び10代の作業員が

熱中症になる割合が、他の経験年数や年代比べて高い結果になり、これは若者の体力的な優位性より、経験年数の身近さ、現場に不慣れさおよび若者自身の過信が上回り、熱中症になり易いと考えられたと考察している。また、建築設備施工現場における熱中症の安全意識と予防対策の実態として、熱中症に関する自覚症状を含むアンケート調査を某建築設備施工会社の主要都市における建築設備施工現場の作業員および管理者の合計約 1000 人と、維持管理現場における作業員約 560 人に対して実施し、その年代別傾向と自覚症状について分析した。その結果、年代が高齢になるほど、作業員は、睡眠時間を取るようになり、生活に気を付けている傾向がうかがえられることに対し、30 歳代以下は、睡眠不足や朝食を取らないで作業に臨んでいると共に、WBGT 値（暑さ指数）に対しても、知識や理解が不足していることを明らかとしている。また、熱中症と自覚症状の関係では、「口がかわく」といった自覚症状の増加割合が他の項目に比べ突出しており、これは作業量（作業負荷）が人間の体調に及ぼす影響が大きいためであり、特に、「口がかわく」といった自覚症状は、20 歳代～40 歳の睡眠不足と朝食を取らない作業員に多く、熱中症発症の危険性に繋がるものと考察している。一方、50 歳以上の高齢者では、睡眠と朝食を取る割合が多く、熱中症の予防意識も高いため、「口がかわく」という自覚症状は少なかった。逆説的に、建設業に限らず、一般的に高齢者における熱中症発症が多い理由として、高齢者は「口がかわく」という自覚症状が現れにくいことも潜在的な原因となっていると考察している。

一方、建築設備維持管理現場の作業員を対象とした同様のアンケートにおいて、「睡眠不足」は建築設備施工とは逆に、維持管理現場では、年代が上がる割合が増えている傾向があり、WBGT 値の意識率も低かったことを明らかとしている。これは、維持管理者が、維持管理の作業環境として、室内作業が多く、建築設備施工現場ほど厳しくないことを認識していると考察している。しかし、自覚症状としての「口がかわく」は、建築設備施工と比較して 3 倍以上あり、特に夜勤については、約 30 倍と極端に高く特筆すべき現象を得ている。このことから、建築設備維持管理作業は、建築物内の作業が多いが、建築設備施工作業と比べて、必ずしも良い作業環境とは限らない可能性があることを警鐘している。

加えて、熱中症の対策として、建築設備施工現場におけるファン付き作業服（空調服）の使用実態に関する調査を作業員合計 286 人に対して行い、空調服の使用実態、使用効果、空調服使用後の自覚症状の違いについてアンケート調査を行った。その結果、空調服の連続使用時間や粉塵発生作業など使用できない環境での改善を求める声が多いことを明らかとしている。一方、熱中症の初期症状でもある「頭がぼんやりする」「全身がだるい」といった項目に対し、空調服着用により体調改善を回答した結果が多く、空調服が熱中症の予防に効果があると考察している。

第 4 章「建築・設備施工におけるトラブル・リスク回避シートに関する研究」では、本研究で明らかにした労働災害を未然に防ぐ安全意識と建築設備に必要な品質確保を両立させるトラブル・リスク回避シートの提案と検証結果について述べている。建築設備施工作業において、安全面について作成されている安全作業手順書には、品質面についての事項が記載されていなかったため、各作業における各手順の安全面と品質面が明らかとなるように両者を 1 つのシートでチェックできるトラブル・リスク回避シートを提案している。そのトラブル・リスク回避シートは、ISO31000、JISQ31000 に準拠したリスクアセスメントのステップに沿って、安全リスクアセスメントと品質リスクアセスメントを区分し、それぞれ加算法により点数化され、危険度の見積もりの判定を定量的にリスク分析し、低減対策を決定できる評価手法となっている。また、本研究で提案したトラブル・リスク回避シートを安全・品質向上のために、建築設備施工現場で使用した後、実施主担当者である職長等に対して、その効果、品質リスク面で

の効果に分けて検証しており、その結果、より高い効果を得るための幾つかの条件を明らかとしている。また、その検証結果より、それを工事の種別、実施時期、リスクの重大性評価の主体者、新築工事と改修工事の違いによる適用方法という見地から、それぞれ改善し、実用性を高めている。

第5章「結論」では、本論文のまとめとして第2章から第4章までで得られた知見をまとめると共に、今後の課題について述べている。

【審査結果】

本論文の結果から、現場の安全施工教育および教育施設における建築設備に関する専門知識・施工技術教育の更なる充実とカリキュラムの整備の必要性が明らかになった。また、熱中症に関する調査結果から、経験年数が5年以内の作業員及び10代の作業員が熱中症になる割合が、他の経験年数や年代比べて高い結果となったことが興味深い。これは高齢者に比べて、若者の体力的な優位性より、経験年数の身近さ、現場に不慣れさおよび若者自身の過信が上回り、熱中症になり易い結果が述べられている。熱中症予防に対する若年作業員への体調確認や水分補給の実施状況確認などを、管理者はより徹底して指導する必要があるといえる。

建築設備に特化した安全面と品質面の両面からトラブル・リスクを回避するチェックシートは、見えなかったリスクを顕在化でき定量的に評価できる。その効果については、工事の種別、実施時期、新築工事と改修工事など工事の違いについても検討されているため、事前のリスク抽出と対策に活用できる。

本審査委員会は、本論文の主要部分は公益社団法人空気調和・衛生工学会論文集の学術論文に1編、技術論文に4編、ならびに日本ホスピタリティ・マネジメント学会誌の研究論文に1編に全て筆頭著者で公表されていることを確認した。また、理工学研究科（建築・都市デザイン専攻）の博士学位審査基準に照らしても妥当な研究内容であると認められる。よって、本審査委員会は、割石浩幸氏の博士学位請求論文について、所定の試験結果と上述の論文審査結果に基づき、全員一致をもって本学博士学位を授与するに相応しいものと判断した。