

氏名（本籍）	法身 祐治（埼玉県）
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	甲第 242 号
学位授与の日付	令和 3 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	ウレタンゴム系塗膜防水層膜厚確保のためのプロセス管理に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中野 克彦 (副査) 教授 藤井 賢志 教授 鈴木 比呂子 准教授 石原 沙織 東京工業大学 教授 横山 裕

## 学位論文の要旨

### ウレタンゴム系塗膜防水層膜厚確保のためのプロセス管理に関する研究

本論文は、『ウレタンゴム系塗膜防水層膜厚確保のためのプロセス管理に関する研究』と題し、ウレタンゴム系塗膜防水工法における現状の課題を整理し、工学的視点から見たばらつきの少ない実用的な膜厚管理方法を提案することを目的とした研究である。

全 6 章から構成されており、各章の概要は以下のようになっている。

第 1 章「序論」では、研究の背景、及び、ウレタンゴム系塗膜防水層の膜厚管理の必要性を施工品質管理の観点から示し、研究目的を述べている。

第 2 章「ウレタンゴム系塗膜防水膜厚測定方法の検討と実態調査」では、コンクリート平板で作製した試験体を用いて各膜厚測定方法の作業性や精度を比較し、その適用性について整理している。同時に、膜厚試料採取方法を検討し、内径 10mm のポンチ切り取り法の適用が可能であることを提案している。また、集合住宅、学校等の新築・改修物件（184 件）で、平場・立上り部の膜厚実態調査を行っている。その結果、各膜厚測定方法は、防水仕様や構成によって正確に測定できるものとできないものがあり、塗布量管理だけでは不十分な防水層が作られる危険性があることを示した。

第 3 章「平場部施工時における膜厚ばらつきを低減するための検討」では、ウレタンゴム系塗

膜防水施工時の最適な区割り方法について検討している。平場部施工時の区割り方法が膜厚に与える効果を把握するため、作業観察および施工実験を行っている。その結果、ウレタンゴム系塗膜防水の塗布は、下地に材料を撒く作業と塗り広げる作業で構成されており、膜厚のばらつきを低減するためには、塗布量管理に加え事前に区割りを明示し、区画幅、区画長さのバランスが重要であることを明らかにした。

第4章「立上り部施工時における膜厚ばらつきを低減するための検討」では、施工具と粘度について検討している。立上り部施工時にこれらが膜厚に与える効果を把握するため、平場部と同様に作業観察および施工実験を行っている。

その結果、実務では下地に防水材料を配る作業と塗り広げる作業を明確に分けており、施工具を作業によって使い分けていることを明らかにした。そして、立上り部の膜厚のばらつきを低減するためには無希釈の防水材料を用いて補強布を敷設し、配り作業にローラー、仕上げ作業にポリベラを使用することが有効であることを示した。

第5章「プロセス管理を用いた膜厚管理の提案とその導入効果」では、第2～4章までの検討結果をもとに、施工工程における膜厚管理の考え方とその要点を整理し、プロセス管理を用いたウレタンゴム系塗膜防水層の膜厚管理方法を提案している。安定した膜厚を確保するためには、各工事プロセスにおける施工の積み重ねが極めて重要であり、実務ではプロセス管理を用いた膜厚管理が有用であることを示した。

第6章「結論」では、各章で得られた研究成果を要約し、本論文の結論を総括して述べている。

## 審査結果の要旨

本論文は、ウレタンゴム系塗膜防水工法における現状の課題を整理し、工学視点から見たばらつきが少ない実用的な膜厚管理方法を提案することを目的とした研究である。ウレタンゴム系塗膜防水工法は、流動性のある防水材料を現場に塗布し、その硬化により防水層を形成する工法である。そのため、防水性能は施工が大きな影響をもつことになる。施工については、従来から関心がもたれてきたが、それは作業のしやすさにのみに限定されていた。ただし、建築物の側からみると、防水性能には膜厚が強い影響を与え、膜厚確保の観点からの施工が非常に重要であるといえる。これまで、ウレタンゴム系塗膜防水工法は、均一でしっかりとした膜厚の防水層を作るという観点からほとんど研究がなされてこなかった。結果として、膜厚不足の防水層が蔓延することになり、いろいろと不具合と紛争をもたらしている。これを是正するためには、適切な膜厚の防水層をいかに作るかの施工研究が必要である。本論文では、最初にウレタンゴム系塗膜防水層の膜厚を正確に測定する方法と、膜厚の現状を明らかにする検討を行っている。次に、平場部と立上り部を対象として、その各々についてばらつきが少ない適切な膜厚の防水層を作るため施

工管理項目と技術を検討し、その結果をもとに実用的な膜厚管理方法を提案している。

本論文は、6章から構成されている。第1章「序論」では、研究の背景としてウレタンゴム系塗膜防水の特徴、塗膜防水工法の概要、公的機関の塗膜防水仕様の変遷を述べている。研究の目的の項では、ウレタンゴム系塗膜防水層の塗膜管理の必要性を施工品質管理の観点から示している。

第2章「ウレタンゴム系塗膜防水膜厚測定方法の検討と実態調査」では、コンクリート平板で作製した試験体を用いて各膜厚測定方法の作業性や精度を比較し、その適用性について整理している。同時に、膜厚試料採取方法を検討し、内径10mmのポンチ切り取り法の適用が可能であることを提案している。また、集合住宅、学校の新築・改修物件（184件）で、平場・立上り部の膜厚実態調査を行っている。その結果、各膜厚測定方法は、防水仕様や構成によって正確に測定できるものとできないものがあり、塗布量管理だけでは不十分な防水層が作られる危険性があることを示した。

第3章「平場施工時における膜厚ばらつきを低減するための検討」では、ウレタンゴム系塗膜防水施工時の最適な区割り方法について検討している。平場部施工時の区割り方法が膜厚に与える効果を把握するため、作業観察および施工実験を行っている。その結果、ウレタンゴム系塗膜防水の塗布は、下地に材料を撒く作業と塗り広げる作業で構成されており、膜厚のばらつきを低減するためには、塗布量管理に加え事前に区割りを明示し、区画幅、区画長さのバランスが重要であることを明らかにした。

第4章「立上り部施工時における膜厚ばらつきを低減するための検討」では、施工工具と粘度について検討している。立上り部施工時にこれらが膜厚に与える効果を把握するため、平場部と同様に作業観察および施工実験を行っている。その結果、実務では下地に防水材を配る作業と塗り広げる作業を明確に分けており、施工工具を作業によって使い分けていることを明らかにした。そして、立上り部の膜厚のばらつきを低減するためには無希釈の防水材を用いて補強布を敷設し、配り作業にローラー、仕上げ作業にポリベラを使用することが有効であることを示した。

第5章「プロセス管理を用いた膜厚管理の提案とその導入効果」では、第2～4章までの検討結果をもとに、施工工程における膜厚管理の考え方とその要点を整理し、プロセス管理を用いたウレタンゴム系塗膜防水層の膜厚管理方法を提案し、その効果を現場施工にて確認している。

第6章では、結論として、安心した膜厚を確保するためには、各工事プロセスにおける施工の積み重ねが極めて重要であり、実務ではプロセス管理を用いた膜厚管理が有用であることを示した。

屋根防水としてウレタンゴム系塗膜防水工法が多く使用されてきている一方で、防水材の耐久性の低下や漏水を引き起こす原因となる防水層の膜厚のばらつきが課題となっている。本論文は、その課題をプロセス管理のマネジメント手法を適用することで、施工時の防水層のばらつきを減らし、実験に基づいて本管理法の導入効果と技術的課題を提示している。また膜厚を管理する方法を示し、本研究の成果を踏まえ、品質・コストを考慮した塗布量管理、膜厚のばらつき、膜厚の検査の課題についても検討している。これより、本論文は学術的視点からウレタンゴム系塗膜

防水の品質や耐久性を向上させるための本質が書かれた実用的な研究であり工学的価値も高いといえる。

以上より、本審査委員会は、学位申請者である 法身 祐治 氏は博士（工学）の学位を受けるに十分な学識と研究能力を有するものと認め、最終試験合格と判定した。