

## 論文の要旨

### 題目：2つの新技術開発を通じた建築外壁の長寿命化に関する研究 (Study on long-life technology for external building walls through the two new technical methods)

氏名 毛利 聡

我が国ではストック社会への転換やその建築ストックを限られた予算、人的資源で維持管理しなければならない時代が到来しつつある現状を背景に建築物の長寿命化が強く求められている。外壁部材は建築部材の中でも外部環境の影響を大きく受け、劣化の発生や進行が速いことから建築物全体の長寿命化に大きく影響を及ぼし、建築外壁の長寿命化を目的とした研究や技術開発は数多く行われている。

建築外壁の長寿命化のためには新築においては的確な耐久設計とその設計思想を実現するための材料や施工技術が必要となる。一方、既存建築物に対しては、調査、診断、補修、改修に渡る維持管理を合理的に行うことが重要である。これらのことから建築外壁の長寿命化を目的とした研究開発は上記の各段階を対象にして行われており、実務への適用も進んでいる。しかし、建築物に生じる劣化の発生要因は複雑であり、また既存建築物の維持管理については、建物の諸元や状態は幅広い。従って、耐久性を考慮した設計や施工、調査、診断や補修、改修には、現場における経験や実績に基づいた技術が多くより合理的な技術開発が求められている。

本論文では、建築物の長寿命化に大きく関わる外壁部材の長寿命化に貢献する技術の提案を目的として、劣化した部材の補修技術の客観的な評価技術開発としてRC外壁補修におけるひび割れ注入性状の可視化試験法を、耐久性向上のための技術開発として木造ラスモルタル外壁における粘着型防水紙の活用技術をそれぞれ提案し、実験的研究を行っている。

本論文は、第1章から第6章で構成され、各章の研究内容は以下のとおりである。

第1章では、序論として本研究の背景と目的を示している。

第2章では、外壁部材の耐久性向上および維持管理手法に関する既往技術・研究を整理し、現状の課題および本研究で提案する技術の目標を示している。

RC建築物のひび割れ補修に関しては、注入工法について工法の概要、特徴と注入量および充填程度の管理は受動的であり、精度が高くないこと、施工条件によっては補修材が十分充填されない可能性があることを現状の問題として示している。これらの現状の問題から、注入工法における補修材のひび割れ内部での広がり方や注入後の垂れといった注入性状に影響を及ぼす施工要因を事前に把握しておくことは重要であり、補修材の注入性状を評価することを目的とした既往研究では、ひび割れの再現方法として透明な平板を重ねる方法やコンクリート供試体の割裂面を用いる方法を用いて検討していることを示している。そして、注入工法における現状および既往研究を踏まえて、本研究では注入時の補修材の広がりから注入完了後の補修材の垂れまで目視で観察できること、試験体間のひび割れ内部形状の違いを考慮し、形状を標準化して評価できること、注入工法の性能評価試験法のひとつとして適用できることを提案する技術の目標として示している。

木造ラスモルタル外壁に関しては、ラスモルタル外壁の概要と、劣化現象としてモルタルのひび割れから侵入した雨や結露などの水分が壁内に滞留することでメタルラス、ステーブルの腐食や下地板の腐朽により部材の固定度の低下が生じ、地震時に大面積で剥落することで第三者被害や木部の露出による延焼の危険性が生じることを問題点として示している。木造ラスモルタル外壁の耐久性や耐震性などの品質改善に関する既往技術・研究には、混和材料や繊維ネットによるモルタルのひび割れ防止や通気工法などによる水分の侵入、滞留の防止を目的としたものがあることを示している。そして、ラスモルタル外壁における現状および既往技術・研究を踏まえて、地震時のラスモルタルの剥落防止および経年劣化に対する耐久

性向上を提案する技術の目標として示している。

第3章では、第2章で示した目標を踏まえて、提案した建築外壁の長寿命化に貢献する技術の概要を示している。

「RC 外壁補修におけるひび割れ注入性状の可視化試験法」は、3D スキャナ、3D プリンタを用いてコンクリート円柱供試体の割裂により作製したひび割れ形状を読み取り、透明な樹脂素材に切削したものを型枠とし、モルタルを打設してそのふたつを重ね合わせたものをひび割れ再現試験体として隙間に補修材を注入し注入性状を観察するものである。提案した試験法はひび割れ形状を複写することで統一したひび割れ形状に対して注入性状を評価することができる。加えて透明な素材を用いて試験体を作製することで補修材の注入性状を目視で観察することができる。

「木造ラスモルタル外壁における粘着型防水紙の活用技術」は、木造ラスモルタル外壁の構成材料のひとつである防水紙に粘着層を有する新規防水紙（「粘着型防水紙」）を活用するものである。粘着型防水紙は屋根葺材や雨仕舞材に使用されているもので粘着層があることで弾性および粘着性があるのが特徴である。粘着型防水紙の活用により期待できる効果として、モルタルの乾燥収縮ひずみの低減によるひび割れの抑制（両面に粘着層を有するもの）、ステープル釘穴のシール性の向上、下地に対する接着性の向上、モルタルに対する接着性の向上（両面に粘着層を有するもの）を当初の想定としている。

第4章では、提案した注入性状の可視化試験法を用いて補修材の注入性状と施工要因との関係の評価および可視化試験法の注入性状評価手法としての有用性の検討を行っている。試験の結果、補修材のひび割れ内での広がり方や垂れはひび割れ内部形状や幅や向き、施工時外気温、注入圧、補修材種類といった施工要因の影響を受けて変化することを示している。また、注入性状可視化試験法は補修材の注入性状を視覚的なデータとして収集でき、加えて注入性状に影響を及ぼすひび割れ形状を統一して評価することができるので注入性状の評価試験法として有用性があることを確認している。

試験結果より、提案した注入性状の可視化試験法をひび割れ注入工法の性能評価試験のひとつとして確立することができれば、新たな補修材や注入工法の開発並びに補修計画や施工管理の合理化に貢献する可能性を示している。しかし、評価試験法として確立するためには、ひび割れ内部形状および試験体の素材と注入性状との関係を詳細に検討した上でのひび割れ内部形状の標準化、注入性状の評価方法、試験項目ならびに試験結果の再現性の検討を今後の課題として示している。

第5章では、提案した木造ラスモルタル外壁への粘着型防水紙の活用効果を検討することを目的として、普通防水紙1種類、片面粘着型防水紙1種類、両面粘着型防水紙3種類を用いて壁体を模擬した試験体を作製し、想定した活用効果を踏まえて下地板とラスモルタルとの接着一体性、ラスモルタルの乾燥収縮やそれに伴うひび割れ、ステープルの防錆性、地震動に対する剥落性について実験的に検討している。実験の結果、粘着型防水紙を用いた試験体は普通防水紙を用いた試験体と比べて面外方向に対する接着強度、ステープルの防錆性、地震動に対する剥落抑制性が向上したことを示している。一方で、面内方向に対する接着強度の向上には寄与せず、ラスモルタルの乾燥収縮の抑制については効果を確認することができなかったことを示している。

実験結果より、粘着型防水紙をラスモルタル外壁の構成材料として適用することでステープルの耐久性および地震時の剥落抑制性の向上においてラスモルタル外壁の長寿命化に貢献する可能性を示している。一方、面内方向に対する接着一体性の確保およびモルタルの乾燥収縮抑制にはメタルラス、ステープルとの併用が必要であることを示している。また、ラスモルタル外壁の構成材料としての使用を前提とした粘着型防水紙の開発を目標とした検討が必要であり、特に、モルタルの乾燥収縮に対する粘着型防水紙の抵抗のメカニズムの把握などラスモルタル特有の性能検討を詳細に行う必要があることを今後の課題として示している。

第6章では、本論文における研究成果の総括として、第3章で提案した技術は、第4章、第5章で検討した内容から建築外壁の長寿命化に貢献する見通しを得たことを結論として示している。