

タイトル	北海道における鉄筋コンクリート造建築物の外断熱外装材の耐久性確保に関する研究
著者	足立, 裕介; ADACHI, Yusuke
引用	北海学園大学工学部研究報告(52): 7-16
発行日	2025-01-10

北海道における鉄筋コンクリート造建築物の外断熱外装材の 耐久性確保に関する研究

足立 裕介*

Research on ensuring durability of external insulation materials for reinforced concrete buildings in Hokkaido

Yusuke ADACHI

Abstract

The author reports on the effectiveness of external insulation materials in maintaining the durability of concrete structures. The report also reveals that it is necessary to periodically check the waterproofing condition of the surface of external insulation materials. This suggests that external insulation materials are made up of a combination of various materials, and that in order to maintain their performance, appropriate maintenance is required to prevent the deterioration of various materials over time. In order to carry out appropriate maintenance, it is necessary to understand the estimated service life based on the durability of the external insulation materials.

In this study, it was revealed that the factors that determine the durability of the exterior finish are aesthetic performance, waterproof performance, and peeling resistance performance, and that the service life of external insulation materials is determined by the aesthetic performance of the surface finishing material, and the waterproof and aesthetic performance of the sealant, and is 6 to 15 years based on previous literature. In addition, the parts of the exterior walls in Hokkaido that are prone to deterioration were classified. It is believed that durability can be ensured by taking measures in these parts.

1 はじめに

鉄筋コンクリート建築物に対して外断熱改修を実施することの主目的は、室内の温熱環境改善、結露の改善といった人間の生活環境に関わるものである。一方、建築物の既存外壁を外断熱で覆うことにより、外断熱改修は、既存外壁の経年劣化等による落下の防止、既存躯体の耐久性の保持といった建築物の安全性や耐久性の向上にも貢献する。また、室内と室外の熱移動を少なくする効果や冷暖房効率の向上効果、建築物の改修周期を長くする効果により環境負荷

* Department of Architecture and Building Engineering, Hokkai-Gakuen University

の低減にも貢献する。

筆者は外断熱外装材のコンクリート躯体耐久性保持効果に着目し、その有効性について報告している¹⁾。また、その報告では、外断熱外装材表面の防水状況を定期的に確認する必要があるとの知見が得られている。これは、外断熱外装材は様々な材料を組み合わせて成立しており、その性能を保持するためには、各種材料の経年劣化に対して適切な維持管理が必要となることを示唆している。

適切な維持管理を実施していくためには、外断熱外装材の耐久性に基づいて推測された耐用年数を把握しておく必要がある。耐久性とは、「建築物またはその部分の劣化に対する抵抗性²⁾」であり、耐用年数とは、「建築物またはその部分が使用に耐えなくなるまでの年数、建築物またはその部分が、建設された後、劣化あるいは陳腐化により、要求性能に適合せず使用に耐えなくなるまでの年数²⁾」である。外断熱外装材のようにいくつかの材料を組み合わせたものでは、各材料ごとに要求性能、耐久性および耐用年数が異なる。そのため、外断熱外装材全体としての耐用年数をどこに設定するべきか、必要とする耐久性を確保していくための維持管理のポイントはどこかといったことについて議論していく必要がある。

本研究では、既往の文献に示される鉄筋コンクリート造外装材の耐久性確保に関わる性能を明らかにするとともに、実際に北海道で確認された外装材の劣化状況を確認し、外断熱外装材の耐久性確保のために必要な要件を抽出することを目的とする。

2 外断熱外装材の耐用年数に関する考察

前述した耐用年数の定義は、建築物・部材・材料を包括した定義となっている。そのため、具体的な耐用年数を決定する際には、対象とする材料等に応じて、その定義に合致する状態を想定して行く必要がある。表1に各種外装仕上げの耐用年数とその考え方を示す。

外装塗り仕上げおよびアルミニウム合金製外装においては、実態調査結果やアンケート調査結果を考慮して、塗膜の剥がれ等を技術者が許容できなくなった時点を標準耐用年数と設定しており、美観性能や保護性能に着目して耐用年数を決定している。

外壁セメントモルタル塗り仕上げでは、補修後に剥落するまでの年数を予測して耐用年数としている。

外壁タイル張り仕上げでは、過去の補修例は竣工15年程度で発生していることが多いとしているものの、それ以降の業界における取組みによる剥落事故の低減を鑑み、標準耐用年数はそれ以上に設定している。主に剥落に対する性能に着目しているものと考えられる。

シーリング防水については、防水性能と美観性能（意匠性）に着目して耐用年数が決定されている。

外断熱外装材では、表層を塗り仕上げとする場合もあれば、タイル張りや金属板とする場合

表 1 各種外装仕上げの耐用年数とそれに達するときの劣化の程度

外装仕上げ		標準耐用年数(年)	耐用年数に達するときの劣化の程度	設定理由	
外装塗り仕上げ	アクリル樹脂エナメル	6		改修事例 期待耐用年数の意識調査などのアンケート調査結果および関係技術者の検討結果、判断基準を剥がれとすると結果が多い、美観が認められ、下地保護機能重視。例えば全面積の5~10%程度に剥離が認められ、トップコートのみでの修理では要求性能が充足されない場合などという。	
	合成樹脂エマルジョン系リシン	7			
	アクリル系複層塗材E	10	塗り仕上面が劣化外力により、機能・性能が低下し、通常の修繕や一部分の補修では許容できる限界まで回復することができなくなり、施工後最初に修繕を行う時期をもって、耐用年数に達したものととする。		
	アクリル系伸長形複層塗材E	10			
	セメント系厚塗材	12			
外壁タイル張り	タイル後張り工法	25	外壁タイル張り仕上げに、ほぼ全面にわたって損傷が発生し、通常の補修を行っても、許容できる限界まで機能・性能が回復しない状態、または、補修を行っても更新するより経済上不利になる状態になった時点で耐用年数に達したものととする。	1965~75年に竣工した外壁タイル張り仕上において剥落事故が多く、タイルの浮き、剥落箇所の補修例は竣工15年前後の建物に多い。標準条件下で設計・施工・維持管理をされた建物では15年をかなりこえる耐用年数を保持していると考えられる。	
	タイル先付工法	40			
外壁セメントモルタル塗り仕上げ	浮き補修	ビニング併用エポキシ樹脂全面注入工法	20	モルタル塗り外壁の補修は歴史も浅く、科学的根拠に基づいてその耐用年数を判断するための資料が少ない。標準状態における耐用年数を既往の資料、専門家の技術的判断から推定したものの、また、標準耐用年数の設定に関しては、地震や火災等は考慮していない。	
		ビニング後エポキシ樹脂全面注入工法	20		
	ひび割れ補修	ビニング後ポリマーセメントスラリー全面注入工法	20		
		エポキシ樹脂注入工法	15		
	欠損部補修	U・Vカットシーリング材充填工法	10		
		U・Vカット可撓性エポキシ樹脂充填工法	10		
	アルミニウム合金製外装	表面シーリング工法	3		
		軽量エポキシ樹脂モルタル工法	10		
	シーリング防水	ポリマーセメントモルタル工法	15		
		陽極酸化被膜	10		アルミニウム合金製外装の耐用年数を推定するうえで、基本となる標準耐用年数は、過去700件余の実態調査結果に基づいて、設定した耐久性の限界に達する年数から決定した。耐久性の限界は腐食程度、塗膜の剥がれ、割れ、膨れ、白亜化に対し、人間の感覚、過去の知見や経緯から相対的に不具合感を強く抱く分岐点、または残存塗膜厚減少による保護性能低下である。
陽極酸化塗装複合被膜		15			
	塗膜	10	標準的な設計、仕様書に基づいて、標準的な施工計画書、要領書に基づいて施工されることにより、現される年数である。この年数は、設計者、クラリアント、施工者、材料製造業者などへのアンケート調査結果、既往の資料、さらに実態調査を行った結果を分析して、これに委員の知見を加味して提案されているものである。		
	陽極酸化被膜	10	外装シーリング防水の劣化により、防水機能と意匠性の低下をきたし、許容できる漏水限界をこえた状態や美観を損なう状態となり、かつ通常の補修や一部分の交換を行っても再び許容できる限界まで回復することができない状態になったとき、耐用年数に達したものととする。		

もある。しかし、いずれの場合においても、コンクリート躯体の保護性能は、断熱材で担うことができ、剥落に対する性能は外断熱外装材を取り付けるための接着剤やファスナー、打込みの場合はコンクリートの接着力で決定する。経年による接着力の低下は、断熱材があることによって日射による温度変化の影響を受けないことから、他の外装仕上げと比較して小さいと考えられる。また、タイル張り仕上げの場合は、乾式の留付けとなることから、湿式と同様の剥落は発生しないと考えられる。

また、パネル系の外断熱外装材を用いる場合はパネル間にシーリング材を施工することが一般的である。その場合は、シーリングの防水性能や美観性能がその耐用年数に影響する。

以上の検討を考慮すると、外断熱外装材では、その耐用年数が表層仕上材の種類によって決定されるものと考えられ、金属板や外装塗り仕上げの場合はそれらの美観性能により、シーリング材を使用している場合は防水性能と美観性能により決定するものと推察される。これらは表1より6～15年程度となる。

表2に文献³⁾に記載される各外装仕上げの劣化現象が影響を及ぼす性能を示す。影響を及ぼす性能の分類は筆者が実施している。剥落抵抗性能に影響を及ぼしているのはタイルおよびモルタルの浮きのみであり、それらに共通するのは、張付けにモルタルの付着力のみを使用している点である。セメントモルタルの接着性能は、一般に10kg/cm²から20kg/cm²の接着強さを有していて十分ではあるが、水硬性で変形能に乏しいため、熱や湿分による挙動あるいは地震時などの変形に伴う発生応力を緩和させて接着層への影響を小さくする能力が極めて低い^{3, p.104)}。剥落抵抗性能を確保するためには、この性質を理解しておく必要がある。

表2 各外装仕上げの劣化現象とそれらが影響を及ぼす性能

外装仕上げ	影響を及ぼす性能	劣化現象
外装塗り仕上げ	美観性能	汚れ、変色、退色、光沢度低下、エフロレッセンス
	防水性能	白亜化、摩耗、割れ、ふくれ(浮き)、剥がれ、クラック
	剥落抵抗性能	
外壁タイル張り仕上げ	美観性能	ひび割れ、欠損
	防水性能	ひび割れ、欠損
	剥落抵抗性能	浮き
外壁セメントモルタル塗り仕上げ	美観性能	ひび割れ、欠損
	防水性能	ひび割れ、欠損
	剥落抵抗性能	浮き
アルミニウム合金製外装	美観性能	汚れ、変色、きず、腐食・塗膜劣化
	防水性能	きず、腐食・塗膜劣化
	剥落抵抗性能	
シーリング防水	美観性能	しわ、変退色、ひび割れ、白亜化、仕上材の浮き・変色
	防水性能	漏水またはその痕跡、被着面からの剥離、シーリング材の破断(口開き)、被着体の破損、シーリング材の変形、シーリング材の軟化
	剥落抵抗性能	

3 北海道内の鉄筋コンクリート造建築物外装材の劣化状況の確認

文献⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾に記載される北海道内の外壁の劣化現象についてその程度を竣工年，経過年数も考慮して評価する。なお，劣化程度については，美観性能，防水性能，剥落抵抗性能を考慮し，下に分類して評価することとした。

グレード5：外壁材料が剥落し，内部の鉄筋コンクリートの劣化が進行している。

グレード4：外壁材料が剥落しているが，内部の鉄筋コンクリートは劣化していない（剥落抵抗性能の低下）。

グレード3：外壁材料にひび割れ等の劣化，目地切れなどが発生し，内部に水が浸入しやすい状態となっている（防水性能の低下）。

グレード2：外壁材料に剥がれ・ひび割れ等が発生しているが，軽微であり，内部に水が浸入しやすい状況ではない（美観性能の低下）。

グレード1：健全

表3に劣化程度のカテゴリ結果を示す。

表3 劣化程度のカテゴリ

外装材	竣工年	経過年数	劣化程度	部位	文献
モルタル+塗装	不明	11年	5	庇側面水下	⁵⁾ 写真2.1
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー先端	⁵⁾ 写真2.2
モルタル+塗装	不明	不明	5	庇側面水下	⁵⁾ 写真2.9
モルタル+塗装	不明	不明	5	庇側面	⁵⁾ 写真2.10
モルタル+塗装	不明	不明	5	PH外壁水切り不良部	⁵⁾ 写真2.12
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー先端	⁵⁾ 写真2.15
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー先端	⁵⁾ 写真2.16
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー妻壁水掛かり	⁵⁾ 写真2.17
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー妻壁水掛かり	⁵⁾ 写真2.18
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー先端	⁵⁾ 写真2.19
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー手摺壁上面	⁵⁾ 写真2.20
モルタル+塗装	1958年	8年	5	バルコニー先端	⁵⁾ 写真2.21
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー先端	⁵⁾ 写真2.22
モルタル+塗装	不明	不明	5	外部柱梁型	⁵⁾ 写真2.26
モルタル+塗装	不明	15年	5	外部柱型	⁵⁾ 写真2.28
モルタル+塗装	不明	15年	4	突出部側面	⁵⁾ 写真2.29
モルタル+塗装	1962年	4年	5	窓下皿板	⁵⁾ 写真2.31
タイル	不明	不明	5	窓下突出部	⁵⁾ 写真2.32
タイル	不明	不明	4	外壁パラペット打継部	⁵⁾ 写真2.33
打放し	不明	不明	5	打放し外壁面	⁵⁾ 写真2.34
モルタル+塗装	不明	不明	3	外部階段踊り場壁	⁵⁾ 写真2.39
モルタル+塗装	不明	不明	3	屋外階段側面	⁵⁾ 写真2.40
モルタル+塗装	不明	不明	3	庇側面	⁵⁾ 写真2.42
モルタル	不明	不明	5	外壁上端部	⁶⁾ P6
モルタル	1973年	22年	3	外壁上端部	⁶⁾ P7

モルタル	不明	不明	3	外壁全面	⁶⁾ P8
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー先端	⁶⁾ P8
モルタル+塗装	不明	不明	5	突出部側面下部	⁶⁾ P9
モルタル+塗装	1985年	10年	5	外壁ポップアウト	⁶⁾ P11
モルタル+塗装	不明	不明	5	バルコニー先端	⁶⁾ P12
モルタル	不明	不明	5	庇側面	⁶⁾ P13
打放し	不明	35年	5	増築用梁突出部	⁶⁾ P16
モルタル+塗装	不明	不明	5	煙突側面上部	⁶⁾ P17
モルタル+塗装	不明	不明	5	煙突側面	⁶⁾ P18
タイル	不明	不明	4	パラベットの側面上部	⁶⁾ P56
タイル	不明	8年	2	外壁出隅部	⁶⁾ P57
れんが	不明	25年	2	外壁出隅部	⁶⁾ P64
金属板	不明	不明	2	外壁	⁶⁾ P77
モルタル+防水型塗装	不明	不明	2	外壁	⁶⁾ P81
モルタル+吹付タイル	不明	1年	2	外部柱下部	⁶⁾ P82
モルタル+塗装	不明	不明	2	外壁	⁶⁾ P83
モルタル+塗装	不明	不明	2	外壁流水経路	⁶⁾ P84
モルタル+塗装	不明	不明	2	開口下端部流水経路	⁶⁾ P85
モルタル+塗装	不明	3年	2	外壁積雪部	⁶⁾ P86
複合板	不明	不明	2	基礎側面	⁷⁾ 資料1
複合板	不明	不明	3	外壁目地沿い	⁷⁾ 資料3
複合板	不明	不明	2	外壁目地沿い	⁷⁾ 資料4
複合板	不明	不明	2	外壁ファスナー部	⁷⁾ 資料5
複合板	不明	不明	2	外壁排気口下部	⁷⁾ 資料6
複合板	不明	不明	3	外壁	⁷⁾ 資料7
複合板	不明	12年	2	外壁窓下水切り端部	⁷⁾ 資料8
複合板	不明	12年	2	外壁窓下水切り端部	⁷⁾ 資料9
複合板	不明	不明	3	外壁窓上	⁷⁾ 資料10
複合板	不明	8年	2	外壁、高含水時塗装	⁷⁾ 資料11
複合板	不明	12年	3	外壁	⁷⁾ 資料12
複合板	不明	5年	3	外壁	⁷⁾ 資料13
複合板	不明	6年	2	外壁	⁷⁾ 資料14
複合板	不明	1年	2	目地シーリング部	⁷⁾ 資料15
複合板	不明	0.5年	3	窓下、結露水浸入	⁷⁾ 資料16
複合板(タイル張り)	不明	2年	3	目地上にタイル張り	⁷⁾ 資料17
複合板	不明	2年	3	外壁	⁷⁾ 資料18
複合板	不明	4年	2	窓上板端部	⁷⁾ 資料19
複合板	不明	12年	2	外壁、高含水時塗装	⁷⁾ 資料20
複合板	不明	8年	2	外壁上部、水切り不良	⁷⁾ 資料21
複合板	不明	10年	3	基礎側面	⁷⁾ 資料22
複合板	不明	8年	2	外壁ファスナー部	⁷⁾ 資料23
複合板(タイル張り)	不明	8年	3	目地上にタイル張り	⁷⁾ 資料24
複合板	不明	12年	2	外壁ファスナー部	⁷⁾ 資料25
複合板	不明	12年	2	目地周辺	⁷⁾ 資料25
複合板	不明	8年	2	隠し目地上ひび割れ	⁷⁾ 資料26
複合板	不明	7年	3	外壁窓下部	⁷⁾ 資料27
複合板	不明	不明	2	外壁排気口下部	⁷⁾ 資料28
モルタル+塗装	1951年	5年	3	ベントハウス外壁	⁸⁾ 図-1
モルタル+塗装	1933年	22年	3	パラベットの打継ぎに沿ったひび割れ	⁸⁾ 図-3
モルタル+塗装	1953年	1年	2	パラベットの打継ぎに沿ったひび割れ	⁸⁾ 図-4
モルタル+塗装	1937年	18年	4	庇側面端部	⁸⁾ 図-8
モルタル+塗装	1951年	4年	5	曲面屋根	⁸⁾ 図-13

図1に外装材毎の経過年数と劣化程度を示す。ここでは、表3に記した劣化のうち、経過年数が明らかであるもののみを抽出している。なお、今回参考にしたいずれの文献も、外装材やコンクリート躯体に発生する劣化現象の究明を目的として写真を収集している。このことから、写真は技術者が当時の建築物において問題となる著しい劣化現象を撮影していると考えて考察を行うこととする。

最も劣化程度が著しくなる傾向を示すのは、モルタル仕上げであり、グレード5を示すものは、いずれも15年以内に劣化が進行している。グレード3以上のモルタル仕上げ建築物の写真が掲載されているのは文献⁵⁾⁸⁾であり、その出版年を考慮すると、1980年以前の建築物の写真であると考えられる。1960年代の外壁モルタル仕上げ、庇の仕上げをみると20mm程度のモルタル仕上げが一般的に使用されており⁹⁾、モルタルが十分な保護性能を発揮していなかったものと推察される。また、コンクリートについては、AE剤の使用がJIS A5308において義務付けられた1978年以前と以後で凍害劣化状況が変化したとの報告¹⁰⁾がある。

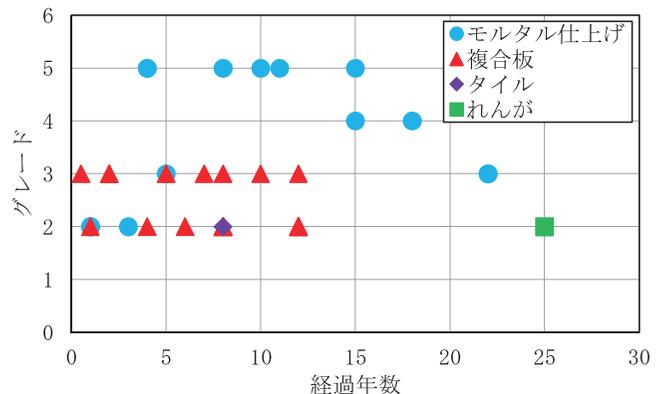


図1 外装材毎の経過年数と劣化程度の関係



写真1 現在の施工法で作成した供試体劣化状況¹³⁾
(72サイクル)



写真2 1960年代の施工法で作成した供試体劣化状況¹³⁾
(72サイクル)

実際に1960年代の施工要領¹¹⁾¹²⁾をもとにコンクリートを作成し、それらに対し「JIS A1148コンクリートの凍結融解試験方法水中凍結融解試験方法」を実施した結果、コンクリートの凍結融解抵抗性が低いことが明らかとなった¹³⁾。以上より、モルタルによる保護性能が十分ではなく、さらにコンクリートも凍結融解抵抗性が低いため、グレードが大きくなったと言える。複

合板は、ボード状の断熱材の表面に外装材を取り付けた工場製品であり、1980年代の外断熱建築物に多く用いられている⁷⁾。新築時は打込み、改修時には外断熱改修時接着剤やファスナーを用いて鉄筋コンクリート躯体に取り付ける。複合板間は断熱材を挟み込んでシーリング材を充てんすることが一般的である。図1では15年以内にグレード3を上限とした劣化が発生していることがわかる。これは、2章において考察した外断熱外装材の耐用年数6～15年程度と概ね一致する。その理由は、モルタルと比較して厚く、強固に固定されていること、断熱性が高いため、コンクリートが劣化の原因となる温度変化の影響を受け難くなることであると考えられる。前述のモルタル仕上げと比べると劣化の程度は軽度であり、外装材として躯体の保護性能を十分に発揮しているものの、様々な材料を使用していることからその接合部、附着部において劣化や水の浸入が生じている。写真3はその例である。



写真3 複合板間シーリングの切れからの水の浸入と滲出、ファスナー頭部における剥離 (右は接写)

複合板間にはシーリングが施工されているものの、複合板とシーリング界面の接着が切れており、水が浸入しやすい状況となっている。写真は撮影前に比較的強い降雨（5mm/時程度）が15分ほどあった際に撮影したものであり、雨水が複合板背面へ浸入してしまっていることがわかる¹⁴⁾。

タイルおよびれんがについては、グレード2の劣化で、各材料の一部が剥離、欠損する程度にとどまっていた。

4 劣化部位に関する考察

長谷川らは、積雪寒冷地の鉄筋コンクリート建築物において、凍害が発生しやすい部位として、(1) 突出部（軒先、ベランダ、ひさしなどの水平突出部）、(2) 外壁面（開口部周り、パラペット周り、多湿室の外壁部、隅角部、排気口下部、斜め外壁部、外壁からの突出部の下部）、(3) 床面・屋外階段（屋上の防水押えコンクリート、その仕上げ材料のモルタル、クリンカータイル）を挙げている⁵⁾。

また、(1) 突出部における凍害発生原因は、融雪水の影響の受けやすさ、水切り不良、材質不良、日射熱や風の影響、温度変化のしやすさ、(2) 外壁面における凍害発生原因は、融雪水・結露水の影響の受けやすさ、水切り不良、コンクリートひび割れ部への水の浸入、温度変化のしやすさ、吸水率の大きい骨材の使用、(3) 床面・屋外階段における凍害発生原因は、融雪水の影響の受けやすさ、材質不良、施工不良、水切り不良、温度変化のしやすさ、であるとしている⁵⁾。

日本建築学会北海道支部材料施工専門委員会では、建築材料が多様化したことを受け、目視を中心とする現状調査を実施している⁶⁾。ここでは、木造・鉄骨造・鉄筋コンクリート造・組積造の外壁に新たに用いられるようになったALC、タイル、コンクリートブロック、セラミックブロック、塗装、サイディング、複合パネルの劣化事例が掲載されている。鉄筋コンクリート造外壁面の劣化しやすい部位に関しては、前述したもの以外に、表面に防水型の仕上塗材を施したことにより、塗材背面材料が含水し、凍害に至るといった事例が確認された。仕上材の防水性は雨水等から材料を保護することに有効であるが、背面に入った水を逃がすことができなくなり、凍害に至るといったケースに留意する必要性が示されている。

外断熱複合板の耐久性向上技術の開発研究委員会では、北海道の外断熱建築物で多用されてきた外断熱複合板が施工後数年で部分的に劣化する事例が多く見受けられたことから、その現状調査、原因究明を行い、適切な設計、材料選択、工法・ディテール、施工技術を検討している⁷⁾。ここでは、新たな水の浸入口として、複合板間シーリングの複合板との付着切れ部分、板表面の塗膜劣化部、断熱材のジョイント部、開口部水切り板端部の複合板との取り合い部、緊結金物頭と複合板との隙間などが示された⁷⁾。

以上より、北海道の外壁面において劣化しやすい部位は、「①突出部等に積もった雪の融雪水が流れる部位」「②内部結露水の影響する部位」「③水対策無不足、軒の出・水切り不良により水が適切に切れず、外壁を流れてしまう部位」「④ひび割れや隙間等に水が浸入し凍害が発生してしまう部位」「⑤煙突・排気口下部といった人為的な温度変化を受けやすい部位」「⑥日射の影響で温度変化しやすい部位」「⑦水分が外部に逃げられなくなった部位」「⑧異なる材料の界面劣化部位」「⑨適切ではない材料を使用している部位」に分類できると考えられる。

5 結論

- (1) 既往の文献調査より、外装仕上げの耐久性を決定づける要因は、美観性能、防水性能、剥落抵抗性能である。
- (2) 外断熱外装材の耐用年数は、表層仕上材の美観性能、シーリング材の防水性能および美観性能によって決定され、既往の文献を参考にすると6～15年となる。
- (3) 既往の文献に示される外断熱外装材の劣化事例を分析した結果、上記の耐用年数と概ね一

致する。

- (4) 既往の文献から北海道の外壁面において劣化しやすい部位を分類した。これらの部位に対策を講じることで、耐久性を確保できるものと考える。

参考文献

- 1) Yusuke Adachi, Hideki Hirakawa, Akira Fukushima, Takeyoshi Uematsu, Koki Kikuta, Madoka Taniguchi : Investigation of the Deterioration of Medium-Rise-Wall Type Reinforced Concrete Buildings with External Insulation in Snowy Cold Districts, *Buildings*, vol.12, no.12, Art. no.12, 2022, doi : 10.3390/buildings12122048.
- 2) 日本建築学会：建築物・部材・材料の耐久設計手法・同解説。日本建築学会，2003.
- 3) (財)国土開発技術研究センター編：外装仕上げの耐久性向上技術。技報堂出版，1987.
- 4) (財)国土開発技術研究センター編：建築防水の耐久性向上技術。技報堂出版，1987.
- 5) 長谷川寿夫，藤原忠司：コンクリートの耐久性シリーズ凍害。技報堂出版，1988.
- 6) 日本建築学会北海道支部材料施工専門委員会：建築材料の凍害調査研究会報告書。1996.
- 7) 日本建築学会北海道支部外断熱複合板の耐久性向上技術の開発研究委員会：外断熱複合板の耐久性向上技術の開発研究報告書。2000.
- 8) 洪悦郎：コンクリートの凍害，コンクリート工学，vol. 13, no. 3, pp. 33-44, 1975, doi : 10.3151/coj.1975.13.3_33.
- 9) 中川中夫：雨仕舞と防水。井上書院，1968.
- 10) 北海道における品質確保のあるべき姿検討委員会：北海道における品質確保のあるべき姿検討委員会報告書。日本コンクリート工学会北海道支部，2021.
- 11) 吉田徳次郎：コンクリート及鉄筋コンクリート施工方法。丸善，1961.
- 12) 東京建築士会編：鉄筋コンクリート工事施工要領。彰国社，1964.
- 13) 笹原和秀：1978年以前と以後のコンクリートの凍害劣化状況の変化に関する研究，北海学園大学工学部建築学科卒業論文，2023.
- 14) 足立裕介，平川秀樹，谷口円，佐藤潤平，小浦孝次，松田未紘：外断熱改修後32年が経過した鉄筋コンクリート造建築物の調査，日本建築学会北海道支部研究報告集，vol. 90, pp. 9-12, 2017.