

超高層建物のシーリング材の劣化評価

－15年以上経過した江東区の集合住宅－

日大生産工(院) ○今 夏紀 日大生産工 永井 香織
日大名誉教授 松井 勇

1. はじめに

超高層建物は、1980年代から建設されはじめ、現在、1,200棟あまりのストックがあり、これらの建物のなかには、大規模修繕工事が複数回行われたものもある。超高層建物の修繕周期は一般的に12～15年とされており、その期間を延長させることで長期修繕計画上の修繕回数を減らし、住民への負担を軽減できる。そのために、建物を長寿命化させるための材料の選定が重要となってくるのだが、超高層建物特有の高さ方向に関する劣化状況が把握されていないのが現状²⁾³⁾である。本報告は、無機材料よりも環境による影響を受けやすい有機材料のシーリング材に着目し、15年以上経過した超高層建物2棟について劣化評価を行い、高さ方向による影響について考察した。

2. 調査建物概要

2.1 調査建物概要

今回調査した超高層の建物概要を表1に示す。調査時期が2015年10月の超高層建物を建物①、2016年7月の超高層建物を建

表1 調査建物概要

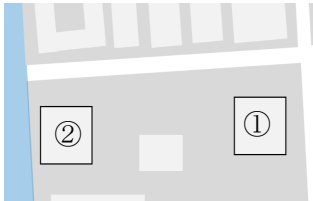
	建物①	建物②
所在地	東京都	
構造種別	RC造	
最高高さ	134m	
階数	39階地下2階	
経年	18年	19年
調査時期	2015年10月	2016年6月
仕上げ	タイル	
調査方位	東西南北	北西
目地方向	横	
塗装の有無	無	
シーリング材種	東南北	PU系
	西	MS系
	北西	PU系

物②とした。この調査した建物間の距離は、約100mでほぼ同様の立地環境であり、建物②の西面は河川に面している。

2.2 調査対象

調査したシーリング材とし建築物のPC板ジョイント目地を対象とし、高さ方向で比較するために、10階ごとに採取した。建物ごとにシーリング材を採取することができた方位は異なっており、建物①・②で共通しているのは、方位は北と西面である。シーリング材の種類は、建物①は、成分分析により、西面のみ変成シリコン系で、他の方位は全てポリウレタン系であった。建物②は、劣化性状よりポリウレタン系であった。

表2 目視調査結果

方位	材種	シーリング	建物①							材種	シーリング	建物②						
			階数	漏水	界面剥離	ひび割れ	軟化	変色	白亜化			しわ	漏水	界面剥離	ひび割れ	軟化	変色	白亜化
西	MS	39	○	×	○	○	○	○	○	PU	○	Ⅲ	○	○	○	Ⅱ	Ⅰ	
		38, 37	×	×	×	○	○	○	○		○	Ⅲ	○	Ⅱ	○	Ⅱ	Ⅱ	
		30	○	×	×	○	×	○	○		○	Ⅰ	○	○	○	Ⅲ	Ⅰ	
		20	○	×	○	○	×	○	○		○	○	○	○	○	Ⅱ	Ⅰ	
		10	○	×	○	○	×	○	○		○	○	○	○	○	Ⅱ	Ⅰ	
北	PU	4	○	×	○	○	×	○	○		○	○	○	○	○	Ⅰ	Ⅰ	
		39	×	×	○	Ⅲ	○	Ⅰ	Ⅰ		○	○	○	○	○	Ⅱ	Ⅰ	
		37	-	-	-	-	-	-	-		○	○	○	○	○	Ⅲ	Ⅲ	
		30	○	×	○	○	×	Ⅰ	Ⅰ		○	○	○	Ⅰ	○	Ⅰ	Ⅰ	
		20	○	×	○	Ⅱ	○	Ⅱ	Ⅰ		○	○	○	○	○	Ⅰ	○	
10		○	×	○	○	○	○	Ⅰ	○		○	○	○	×	Ⅱ	Ⅰ		
4		○	×	○	Ⅰ	○	Ⅰ	Ⅰ	○		○	○	○	○	Ⅰ	Ⅰ		
38		○	×	○	○	○	○	Ⅰ	Ⅰ		○	○	○	○	○	○		
36		○	×	○	○	○	○	Ⅱ	Ⅱ		○	○	○	○	○	○		
32		○	×	○	○	○	○	Ⅲ	Ⅲ		○	○	○	○	○	○		
20		○	×	○	○	○	○	○	Ⅱ		○	○	○	○	○	○		
東	PU	10	×	×	○	○	×	Ⅰ	Ⅰ									
		34	○	×	○	○	○	Ⅰ	Ⅰ									
		20	○	×	○	○	×	Ⅰ	Ⅱ									
		10	○	×	○	○	○	Ⅰ	Ⅱ									
		3	○	×	○	○	○	Ⅰ	Ⅰ									
南	PU																	

劣化現象なし：○ 劣化現象あり：×

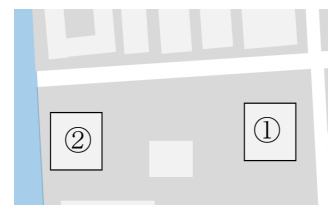


図1 立地状況

The degradation value of the sealing compound of super-high building
-Collective housing-in Koto-ku which has passed for more than 15 years

Natsuki KON, Kaori NAGAI, Isamu MATSUI

3. 試験方法

3.1 目視調査

(1) 目視評価

目視評価方法⁴⁾は、シーリング材の漏水、界面剥離、破断、変形、軟化、しわ、ひび割れ、白亜化、変色の9項目とした。しわ、白亜化、軟化、界面剥離については、日本シーリング材工業会で定められている評価基準で、劣化度Ⅰ～Ⅲで評価した。劣化度Ⅲが最も劣化が進行しているものとした。また、劣化現象が確認されたものには×、確認されなかったものは○と記載した。

(2) クラック深さ

シーリング材の中心部分を幅2mmに切り取り、デジタルマイクロスコープ(KH-7700)で断面を観察した。しわが確認できる部分すべてを測定し、その平均をクラック深さとした。

3.2 物性試験

(1) 硬度試験

JIS K 6253-3(加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-硬さの求め方-)に準拠した。測定は、デュロメータはタイプAを使用し、試験体に測定器を押しつけてから5秒後の値を読み取った。1試験体につき9か所測定し、その平均値を求めた。

(2) 引張試験

試験は、シーリング材をカッターで厚さ約2mmに表層、上層、下層の3層分スライスした試験体について、JIS K 6251(加硫ゴムの引張試験方法)に準拠して行った。試験体はダンベル状3号形に打ち抜き作製した。試験機は、オートグラフ(S社製 TRAPEZIUM X)で、500mm/minの速度で、試験片が破断するまでの最大引張力・破断時の伸び率を求めた。

3.3 化学分析

化学的な劣化評価⁵⁾の試料は、シーリング材の中央部から、縦横4mm程度の厚さ約2mmを表層から3層分切り出したものを用いた。試料をn-ヘキサン3mlが入った容器に72時間浸漬し、20～25℃の部屋で3時間乾燥させた。質量測定は、n-ヘキサン浸漬前と乾燥後に行い、可塑剤の可溶割合を算出した。

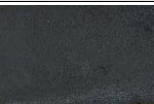
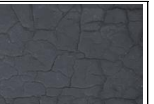
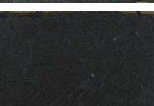
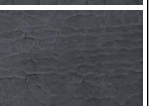
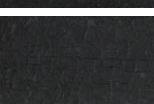
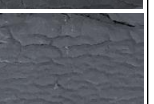
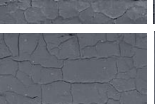
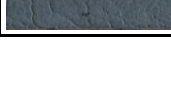
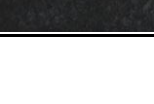
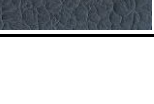
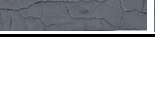
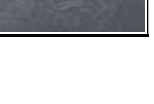
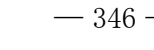
4. 結果および考察

4.1 目視調査

(1) 目視評価

目視調査結果を表2、表面の劣化状況について表3に示す。建物①、②で全体的に白亜化、しわが確認され、劣化度Ⅰ～Ⅲを示した。軟化が建物①で北面、建物②で西面と北面で確認され、建物①の北面39階の劣化度が最も軟化が進行していた。すべての採取箇所

表3 表面の劣化状況

建物名	建物①				建物②	
	東	南	西	北	西	北
最上階 39						
						
30						
						
20						
						
10						
						
最下階						

界面剥離が確認された。界面剥離は、東面の38階では深さが4mmであり劣化度Ⅱであった。特にシーリング材の白亜化としわの劣化度はⅡ～Ⅲと高く、表面劣化の進行が確認された。

建物①の東面36階、建物②の西面37階は、しわ・白亜化の劣化度が高く、シーリング材の厚さが目安となるシーリング厚さよりも薄かったためだと考えられる。

シーリング材種別の比較では、ポリウレタン系が露出目地で用いられていたため、紫外線による影響により劣化度が全体的に高くなる結果を示した。変成シリコン系の劣化度は全体的にポリウレタン系に比し小さい結果となった。変成シリコン系は、変色が多く確認された。今回の評価基準では、高さ方向による劣化の差は認められなかった。

(2) クラック深さ

建物階数とクラック深さの関係を図2に示す。建物①、②ともポリウレタン系のクラック深さは、約0.2～0.4mmの範囲で多く、大きな差は確認されなかった。建物②の変成シリコン系である西面は、0～0.2mmの範囲で全体的に小さい結果を示した。

高さ方向による比較では、建物①は高層部ほど劣化度が高くなっているが、シーリング

材の厚さが目安の厚さよりも薄いことも関係している可能性がある。建物②は、高さ方向による差は認められなかった。

4.2 物性試験

(1) 硬度測定

建物高さと硬度の関係を図3に示す。建物①は、変成シリコンである西面の硬度が全体的に小さく約5～10程度を示した。日本大学で暴露試験をしている4種類のポリウレタン系シーリング剤の初期値約5～10に比し、今回は約10～20で、劣化している事が分かるが、物性的による劣化評価では、問題はない。

建物②は、西・北面とも約18～23を示しほぼ同値となり、中間層がやや硬度が高い結果となった。西・北面の採取した位置は、図4に示すように超高層建物の1つの角で採取していたため、ほぼ同値になったと考える。

(2) 引張試験

引張試験時の建物階数と最大引張応力の関係を図5に示す。劣化が最も進行している表層の引張試験結果とした。建物①は、北面の最大引張応力が一般的性能の0.2～1.5N/mm²より大きく、約2.0, 3.0N/mm²を示しており劣化していることが分かった。その他の方位の最大引張応力は、一般性能範囲内であった。変成シリコンである西面は、高さ方向によ

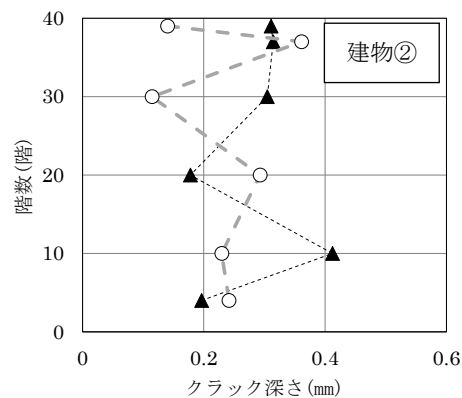
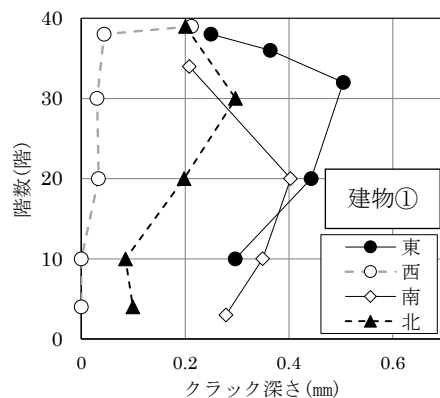


図2 建物階数とクラック深さの関係

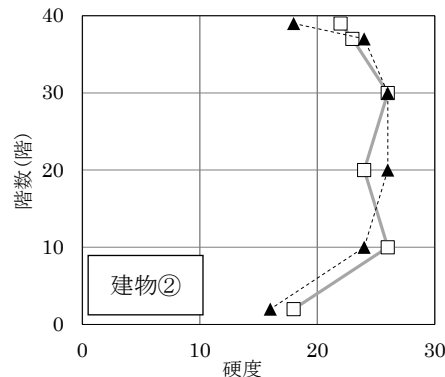
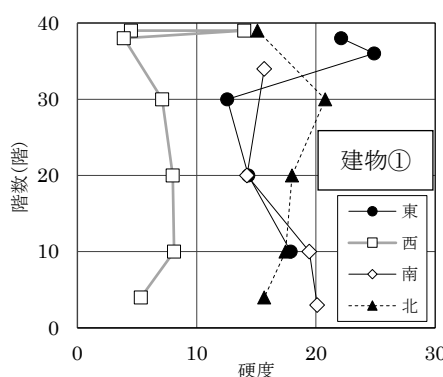


図3 建物階数と硬度の関係

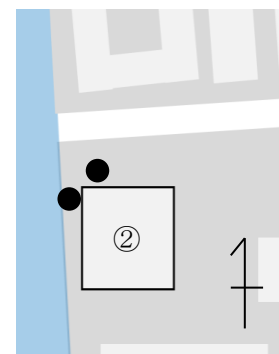


図4 シーリング採取箇所

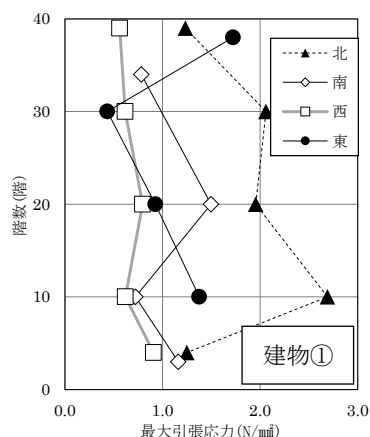


図6 建物階数と伸び率の関係

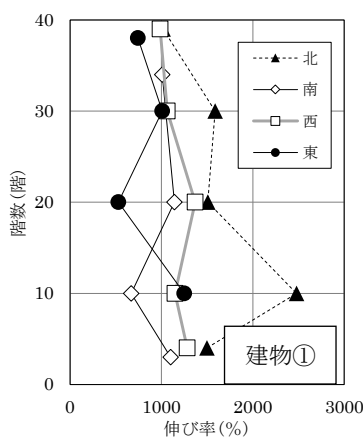


図5 建物階数と最大引張応力の関係

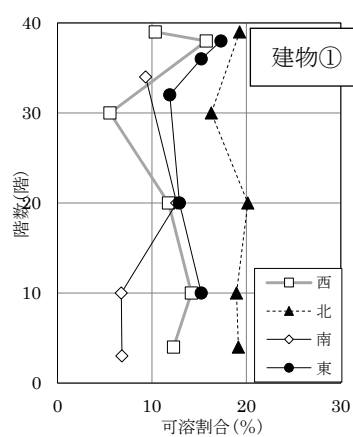


図7 建物階数とn-ヘキサン可溶割合の関係

る差はほぼなく、約 0.8 N/mm^2 であった。建物②の高さ方向については、西・北面とも20階以上の高層部が一般性能値よりも最大引張応力が大きく劣化していることが分かった。

建物階数と破断時の伸びの関係を図6に示す。建物①は、破断時の伸びは、方位別に中間層でばらつきはあるが、最上階では約1000%前後に集中する結果となった。建物②の高さ方向については、高層部で破断時の伸び率が大きく、西・北面の30階で約2000%であった。

建物①、②は、破断時の伸び率が500%を以上であるため、劣化度Ⅰ⁴⁾を示し、物性的には問題がないことが確認された。

4.3 化学分析

建物階数と表層部のn-ヘキサンの可溶割合の関係を図7に示す。建物①は、北面のヘキサンの可溶割合が大きく劣化がほかの方位よりも劣化度が小さいことが分かった。その他の方位は、全体的にばらついており、約8~18%の範囲であった。建物②は、西・北面は、高層部ほどn-ヘキサンの可溶割合が小さ

くなっていることから、高層部ほど劣化しているということが分かった。

5. まとめ

- (1) 建物の築年数、立地環境が同程度でも、施工時の状況異なる為、建物ごとに異なる。
- (2) 建物の同程度の位置から採取した異なる方位のシーリング材の劣化状態は、物性試験、化学分析で類似した結果となった。
- (3) 引張試験で、最大引張応力、破断時の伸びが一般性能より劣化している場合もあったが、物的には劣化度Ⅰであり、築18,19年の範囲では問題ない。
- (4) 高層部と低層部の破断時の伸び率は、2棟とも約1000%を示した。

参考文献

- 1) 中山健志ら：着工統計資料からみた超高層建築物の供給実態と市場に関する考察(その2),日本建築学会大会学術講演梗概集(東海),pp327-328,2012.9
- 2) 江村紀文ら：超高層集合住宅の外壁劣化に関する調査(その3),日本建築学会大会学術講演梗概集, pp603-604,2015.9
- 3) 今夏紀ら：超高層集合住宅の外壁補修に関する研究(その2),日本建築学会,2015.10
- 4) 日本シーリング材工業会：建築用シーリング材ハンドブック 2013,pp107
- 5) 高橋愛枝ら：10年以上経過した超高層建物のシーリング材の劣化評価方法の検討,日本建築学会技術報告集,pp809-814,2011