

超高層建築物のシーリング材劣化に及ぼす環境の鉛直分布

日大生産工(院) ○今 夏紀 日大生産工 非常勤 松井 勇
日大生産工 永井 香織 日大生産工 藤本 利昭

1 はじめに

近年、超高層建築物の大規模修繕の増加が予測されている。超高層建築物の高さ方向によって、劣化傾向が異なっていることが確認されているが、特有の劣化については明確になっていない。本研究では、大規模修繕の工事対象材料の中でも耐用年数が短いシーリング材に着目している。本報告では、シーリング材の劣化現象に影響を及ぼす気象環境について調査し分析した。

2 実建物のシーリング材の劣化¹⁾

2.1 実建物の結果

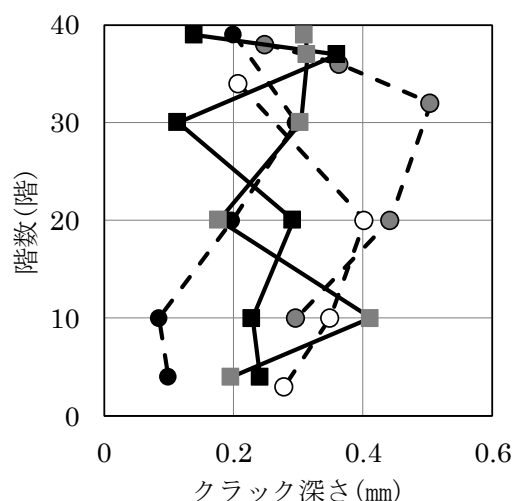
実建物のシーリング材劣化状態を把握するため、超高層建築物2棟からシーリング材を10階ごとに採取して劣化評価試験を行った。川沿いに位置する18・19年経過した39階建の建物であった。シーリング材の種類は、ポリウレタン系シーリング材で、露出で使用されていた。採取したシーリング材の方位は、建物によって異なっている。

採取したシーリング材の断面をデジタルマイクロスコープ(KH-7700) でクラック深さを測定した。クラック深さの鉛直分布を図1に示す。高さによる劣化傾向は、建物により異なっている。建物①は、20階または30階の全方位でクラック深さが大きくなる傾向を示している。

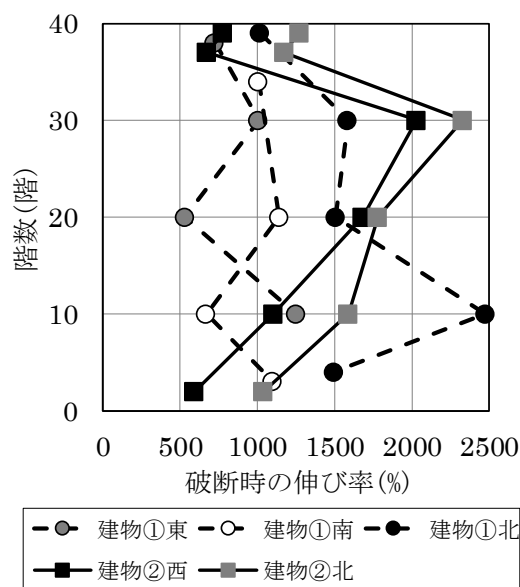
採取したシーリング材を用いてJIS K 6251(加硫ゴムの引張試験方法)に準拠し、引張試験を行った。建物高さと破断時の伸び率の鉛直分布を図2に示す。高さによる劣化傾向は、建物により異なっている。建物①は、20階の東・北面小さく、建物②では、最上階と最下階の破断時の伸びが小さいことから、他の階より劣化している傾向を示している。2棟の建物のシーリング材は劣化度Ⅰ²⁾であり、物性的には問題はない。

2.2 シーリング材の劣化要因³⁾

シーリング材の劣化要因現象と要因を表1に示す。シーリング材の劣化は、紫外線と温度・熱によるところが大きい。シーリング材の美観性は、塵埃・水によるところが大きい。シーリ



(a) クラック深さの鉛直分布



(b) 破断時の伸び率の鉛直分布

図1 シーリング材の劣化の鉛直分布

Vertical distribution of environment on deterioration of sealing
material of high-rise building

Natsuki KON, Kaori NAGAI, Isamu MATSUI

表 1 シーリング材の劣化現象と要因³⁾

現象	要因	塵埃	紫外線	有害ガス(オゾン)	温度・熱	水(結露、雨)	下地ムーブメント(地震)
接着破壊			○		○		○
凝集破壊			○	○	○		○
被着体の破壊			○		○		○
シーリング材の軟化					○		
シーリング材の汚れ		○	○		○	○	
目地周辺の汚れ		○				○	
仕上材の浮き(はく落)			○		○	○	○
仕上材の変色		○	○		○	○	

注) ○は関連の深いもの

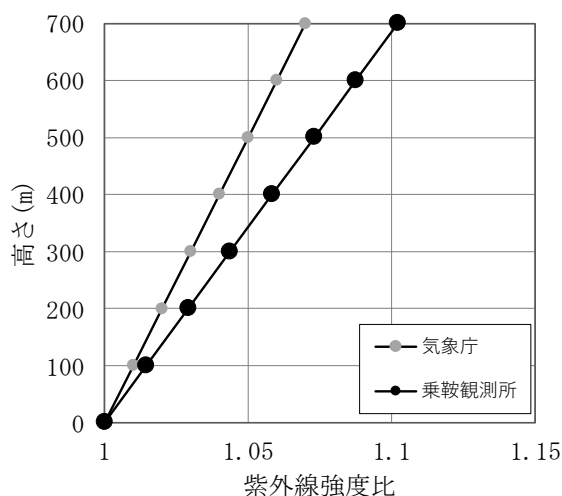


図 2 紫外線強度比の鉛直分布⁷⁾

ング材の接着破壊、凝集破壊、被着体の破壊は、地震による下地ムーブメントの影響が大きい。

3 劣化環境の鉛直分布の文献調査

3.1 調査方法

高さ方向によってシーリング材の劣化程度が異なっていたため、劣化要因に関わる気象環境の鉛直分布を調査した。

気象学入門⁴⁾、地表面に近い大気科学、身近な気象の科学を中心に調査した。

劣化環境として調査した項目は、紫外線、気温・湿度・日射、浮遊粒子状物質、衝突降水強度、風速である。

3.2 結果及び考察

(1) 紫外線の分布

紫外線の強度比の鉛直分布を図2に示す。紫外線は、一般的に標高が1000m高くなると約10%増加⁵⁾するといわれている。空気が澄んでいるドイツの場合だと、1000m当たり50%以上増加したという観測結果も得られている。また、紫外線の反射率⁶⁾は、地面の状況によって異なっており、新雪で80%、砂浜で10~25%、

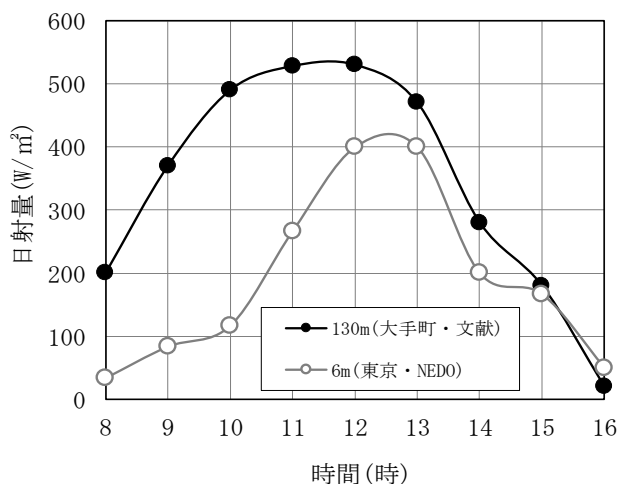


図 3 各高度での時間毎の日射量⁸⁾

コンクリートアスファルトで10%、水面で10~20%、草・芝生・土面で10%以下とされており、鉛直方向の紫外線量に影響を与える可能性がある。伊藤らの研究によると⁷⁾、観測を行った結果、高さによる紫外線増加率は、晴天の場合、1000m当たり14.6%であった。

紫外線の鉛直分布は直線的に示しているが、紫外線は浮遊粒子状物質に吸収されるので大気汚染物質の鉛直分布にも影響を受ける。

(2) 熱に関する環境の分布

(a) 日射量

各高度での時間毎の日射量を図3に示す。2012年12月13日に大手町地上約130m地点で観測⁸⁾した1時間ごとの日射量と国立研究開発法人エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の観測による東京標高6m地点での12月13日の平均年日射量⁹⁾である。どの時間帯でも130m地点での日射量の方が大きい傾向を示している。日射量の鉛直分布に関するデータは見当たらなかった。

(b) 気温

気温差の鉛直分布を図4示す¹⁰⁾。東京23区全域を対象にシミュレータを用いた数値解析である。地理的特徴を6つに分類したものを表2に示す。その代表的地点をもとに気温差の比較を行った。東京湾(VI)では、一般的な気温減率とされる0.6°C/100mとほぼ同等である。地表面からの放射熱が減少するため温度が上空ほど低下する⁴⁾。施設(V)では、建物屋上付近の30~40mと煙突高さの地上100mにおいて変曲点を確認された。新宿(I)では、地上30m付近で気温差が大きくなっており、高層建築物が密集していることで風通しに影響が生じると述べている。

これらの結果より、観測点の周辺環境により気温の鉛直分布が異なってくることが分かつ

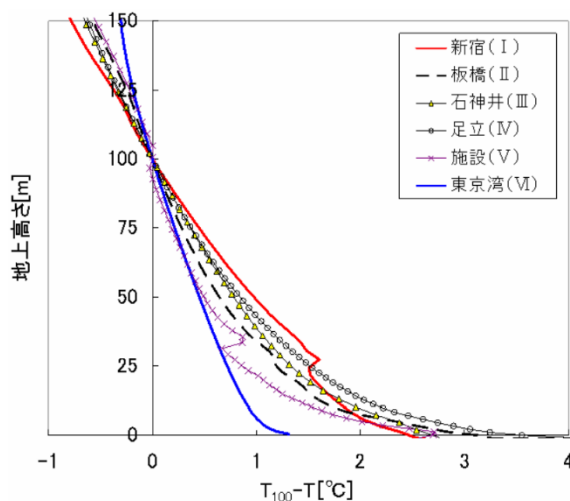
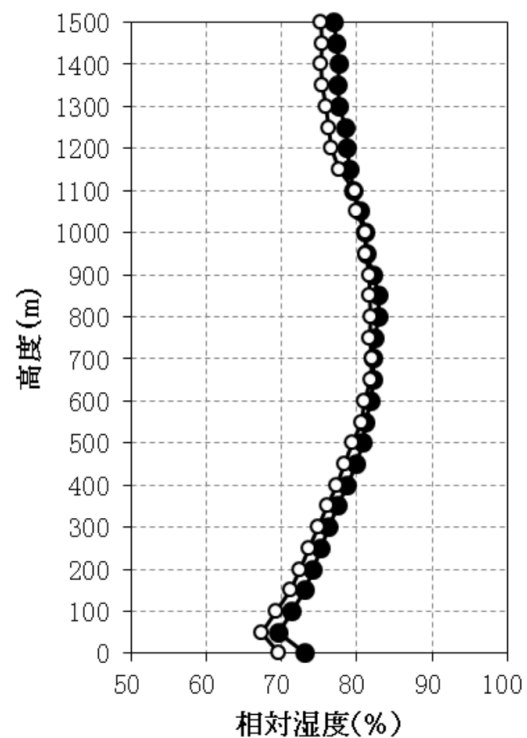


図4 気温差の鉛直分布¹⁰⁾

表2 各類型の地理的特徴と代表的地区¹⁰⁾

	地理的特徴	代表的地区
類型Ⅰ	高層建築物が存在する地域	新宿
類型Ⅱ	事務所、住宅、工場の混在地域	板橋
類型Ⅲ	緑、河川が多い地域	石神井
類型Ⅳ	戸建て、集合住宅を中心とする市街地	足立
類型Ⅴ	臨海部に立地する工場地域	施設
類型Ⅵ	海を中心とする地域	東京湾



● 臨海部 ○ 内陸部

図5 相対湿度の鉛直分布¹¹⁾

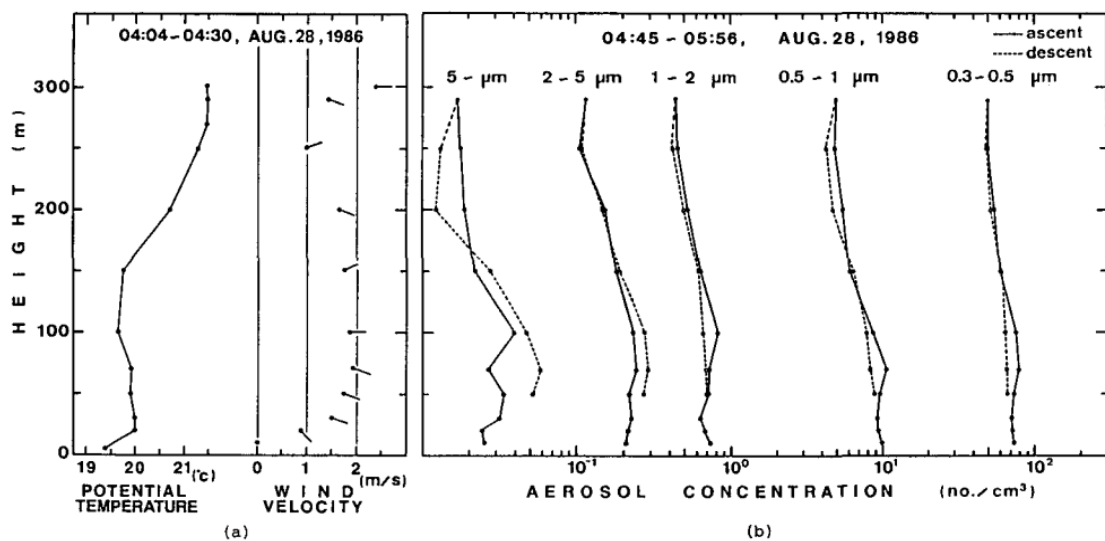


図6 エアロゾルの鉛直分布¹²⁾

た。

(c) 相対湿度

相対湿度の鉛直分布を図5に示す。晴海ふ頭公園(臨海部)と猿江恩賜公園(内陸部)で2012年7月31日から2013年4月24日(7日間/季の1時間値)に観測したもの¹¹⁾である。相対湿度は、内陸部・臨海部に関わらず鉛直分布は同様の傾向を示した。地表面から50m地点までは、減少する傾向を示している。この要因は明確にされていない。

(3) 浮遊粒子状物質(エアロゾル)の分布

エアロゾルの鉛直分布を図6に示す。北海道大学で1986年8～9月に測定したもの¹²⁾である。エアロゾルの濃度は、粒子の大きさに関わらず高度100mまで上昇するが、これを超えると減少する傾向を示している。エアロゾルは紫外線を吸収するため⁹⁾、100m以下では、紫外線強度の減少率は大きくなると考えられる。この観測では、100～150mで気温、炭酸ガス濃度エアロゾル濃度の変曲点があることが確認されている。

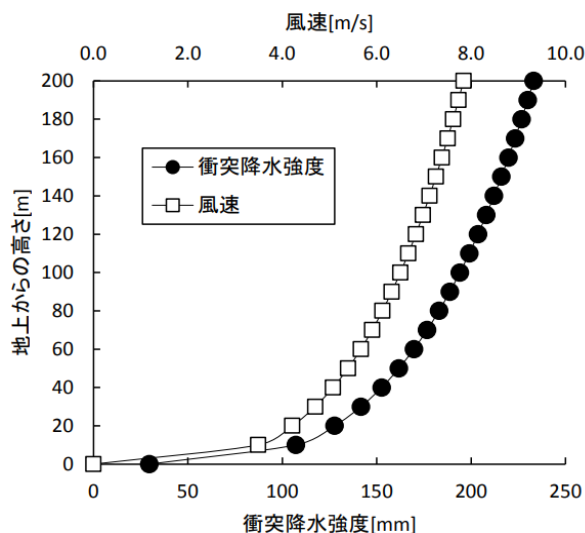


図7 衝突降水強度の鉛直分布¹³⁾

(4) 衝突降水強度

衝突降水強度の鉛直分布を図7に示す。首都圏で大雪となった2014年2月8日の日平均風速と降水量を用いて、速度圧の基準に従い算出¹³⁾した。風圧は、地上100mでは6.6倍、上空200mでは地上の約8倍相当となっている。そのため、高層部の環境がより過酷になっていると予測されている。¹⁴⁾

(5) 風速の分布

風速比の鉛直分布を図8に示す。前項(2)(b)気温と同様の条件¹⁰⁾で行ったものである。風速比とは、地上100mの風速に対するその高さの風速の比である。これによると、地上100m以下では、表2に示す通り地理的特徴により風速比が異なることが分かる。

4 まとめ

今回気象環境を調査した結果、超高層建物を対象とすると高度500mまでの気象環境の鉛直分布に関する文献は、非常に少なかった。また、鉛直方向の気象環境は、周辺の立地環境にも影響を受けることが分かった。これより、鉛直方向の気象環境に関する知見の蓄積が望まれている。

本研究では、100m級の高さの超高層建築物の周辺気象観測を地上と屋上で行う予定である。

[参考文献]

- 1)今夏紀,松井勇,永井香織: 超高層建物のシーリング材の劣化評価,日本大学学術講演会,2016
- 2)田中享二,興石直幸: 改訂新版建築用シーリング材-基礎と正しい使い方,日本シーリング材工業会,p290,2012.9

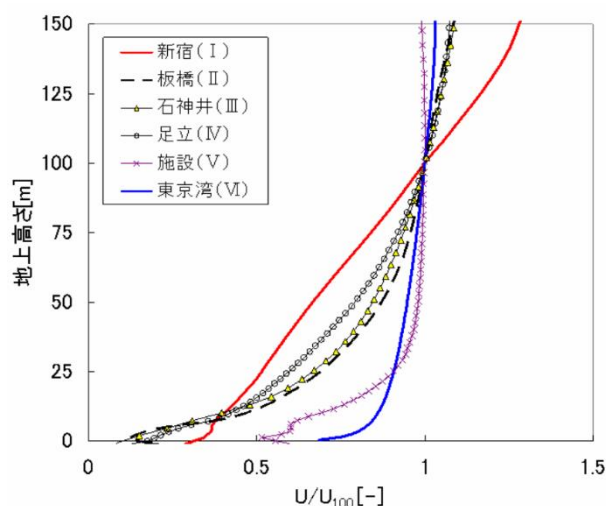


図8 風速比の鉛直分布¹⁰⁾

- 3)古賀純子,根本かおり,濱崎仁,鹿毛忠継,本橋健司,大久保孝昭,田中享二: 建築物の長期使用に対応した外装・防水の品質確保ならびに維持保全手法の開発に関する研究,p282,No.145,2013.8

4)気象学入門

- 5)国土交通省気象庁: 標高と紫外線,エアロゾルと紫外線
- 6)環境省: 環境紫外線保護マニュアル,pp5 2008
- 7)伊藤真人,上里至,能登美之,居島修,清水悟,瀧田正人,下平英明,石塚秀喜: 北アルプス乗鞍におけるブリーフ分光光度計の絶対検定とオゾン・紫外線の観測,pp45-55
- 8)佐藤大樹,庄司研,市原英樹,大黒雅之: 超高層建物閉鎖型解体工法の粉塵流出抑制効果に関する調査,pp621-626
- 9)国立研究開発法人エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)
- 10)国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所: 地球シミュレータを用いた東京23区全域における高解像度のヒートアイランド数値解析,建築研究資料,p147,No.123,2010.3
- 11)東京環境局: 東京都臨海部における自然環境調査報告書,p60,2013.9
- 12)石岡太,李東仁,谷口恭,菊地勝弘: 係留気球による大気境界層内のエアロゾルの測定,北海道大学地球物理学研究報告,1988.9
- 13)堤拓哉,八代直樹,辻岡展宏: 超高層建築物の着雪対策に関する基礎的検討とケーススタディ,地方独立行政法人北海道立総合研究機構 建築研究本部北方建築総合研究所研究報告 No.368,2016.3
- 14)日本建築学会: 超高層マンション大規模修繕に関する考え方,P71,2017.3