カーテンウォールを用いた超高層建築物のファサードデザインの変遷と伝播

構法計画研究室　野田紗緒里

1. はじめに

1.1. 研究背景と目的

カーテンウォールは非耐力壁の総称であるが、今や超高層建築物を建設する上で不可欠な存在である。カーテンウォールを用いた超高層建築物は〈国連本部ビル〉(1953 年／アメリカ・ニューヨーク)が始まりだといわれている[注1)]。この建物において、プレハブ化されたカーテンウォールは高所作業の合理化に寄与し、以降カーテンウォールはプレハブ化された非耐力外壁という捉え方をされることが多い。また、躯体とは切り離された結果、設計の自由度が高く、外装部品であるために視認性が高いことから、カーテンウォールには意匠上の工夫が様々に凝らされることが多い。

また、超高層建築物は規模が大きく、カーテンウォール部品はオーダーメイド製作としてもある程度の量産効果が見込めるため、建物にあわせてデザインされることが一般的である。近年の超高層建築物の増加とともに、その形態も多様化していると考えられ、したがってカーテンウォールのデザインも多様化していることが推察される。一方で、それらのデザインは、互いに影響を及ぼしあっており、そこには意匠的な潮流が認められると考えられる。そこで本研究では、カーテンウォールの意匠の変遷とその伝播を明らかにするとともに、超高層建築物の形態との関連性について考察することを目的とする。

1.2. 既往研究と本研究の位置づけ

超高層建築物の形態についての研究は、小林克弘らによる一連の研究[3) 4)]がある。この研究は国内外問わず、事例を網羅的に収集し、超高層建築物の形態を分類することでその多様性を明らかにしている。また、日本におけるカーテンウォールの研究としては深尾精一らによる一連の研究[5)]がある。この研究では東京都にある建築物を対象としたカーテンウォールの実態調査が行われ、材料やその構成に基づき分類されている。日本のカーテンウォールを体系的に捉えた最初期の研究だと位置付けられるだろう。また、松村秀一・清家剛らの一連の研究[5)]ではプレキャストコンクリートカーテンウォールが対象とされ、仕様書などの調査からカーテンウォール技術の変遷が明らかにされるとともに、個別の事例調査が行われている。

上記に述べたような研究は超高層建築物を対象にしているが、建物の形態とカーテンウォールの双方を扱った研究はない。そこで本研究では両者を扱うことによって、それらの関わりを考察しながら事例の分類を行う。

1.3. 論文の構成

第 1 章では背景と目的を示し、第 2 章では超高層建築物とカーテンウォールの歴史と対象事例について記述し、第 3 章ではその分類方法を示し、第 4 章で意匠の変遷と伝播について分析を行う。第 5 章にて結論を示し、研究のまとめを行う。

2. 対象事例とその年代

2.1. 超高層建築物の歴史

1880 年代にアメリカ・シカゴで摩天楼と呼ばれる建物が誕生したことが高層建築物の始まりであると言われている[注2)]。1890 年代には摩天楼の建設の中心がアメリカ・ニューヨークにうつり、高さが 300 m を超える超高層建築物が出現する。

第二次世界大戦後も引き続きアメリカを中心に超高層建築物が建設がされる。この頃ガラスと金属でできた箱型の高層建築物のデザインが一般化し、同時期の 1961 年、アメリカ・ニューヨークでは容積率制度が導入[注3)]された。箱型の高層建築物のデザインは世界各地に波及し、ヨーロッパやアジアでも 1960 年代以降建設される。

1990 年以降、超高層建築物の建設の中心はアジア圏に移り高さが 800m を超える建築物[注4)]も建設される。またその形態の操作も多様化しており、外観が特徴的なランドマークとなる建物も増えている[注5)]。

2.2. カーテンウォールの歴史

19 世紀後半にヨーロッパで鉄骨構造が開発された頃から非耐力外周壁という意味でのカーテンウォール（以下、CW と略記する）が使われ始めた。この代表例として広く知られているのはクリスタルパレス[注6)]（1891）の外周壁である。その後はシカゴ派の建築家

表 1　国別の収集作品の事例数

US	CN	オセアニア		北米	アジア										
		AU	NZ	CA	IN	ID	JP	KR	MY	KP	PH	SG	LK	TW	TH
415	142	37	1	25	1	5	43	6	22	1	6	29	2	6	15

ヨーロッパ								中東			南米					アフリカ	総計
AT	FR	DE	GB	NL	PL	RU	ES	IL	TR	AE	BR	CO	MX	PA	VE	ZA	
1	11	9	2	2	2	6	3	2	3	3	5	8	3	4	4	3	827

※国名の表記は ISO3166 の国名コードを用いて表記した。（文献 8）事例数が非常に多いアメリカと中国は大州に含めずに個別に集計を行った。数字は事例数を示す。

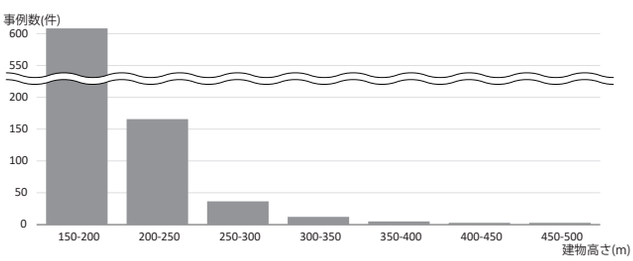


図 1　高さ別の収集作品の事例数

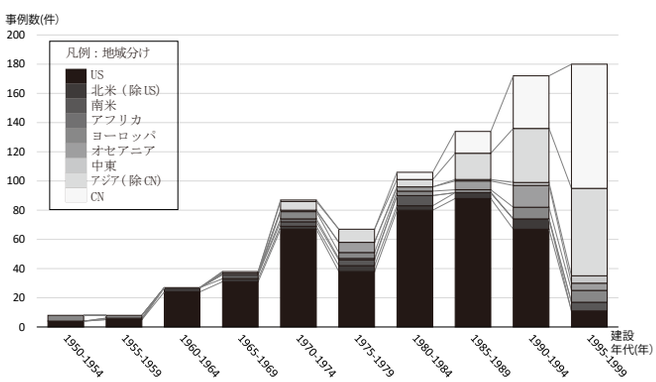


図 2　建設年代別の収集作品の事例数

らにより大きなガラス窓をもつ CW が使われるようになる。第二次世界大戦後（1939-1945）には鉄骨構造の発展とともに建物の高層化が可能になったことが要因となり、CW の言葉の定義に「プレハブ化した外周壁」という意味合いが追加される。

2.3. 事例の収集と研究方法

前述した背景に基づき、調査対象の建設年代を 1950 年から 1999 年とし、『The Skyscraper Center[10)]』に掲載されている建物の中から外観の画像が収集できるものを収集した。高さが 150m 以上[注 7)] の建物を対象としたところ、収集事例は全 7 地域 33 か国の 827 事例となった(表 1)。調査項目は建設年、建物名、所在地(国名 / 都市名)、設計者、施工者、高さ、階数とした。また、外観写真に基づいて建物の形態及び CW を分類した。分類方法の詳細については、本論にて述べることとし、ここでは省略する。

3. 分類方法

3.1. カーテンウォールの分類

CW の分類には様々な方法がある[注 8)] が、本研究においては、CW の構成方法と窓ガラスの意匠に基づき新たに表 2 に示す 24 項目を定義した。この 24 項目は縦強調型（柱カバーや方立によって横方向よりも縦方向の部材が勝っている）、同調型（横方向縦方向に勝ち負けが存在しない）、横強調型（梁カバーや無目によって縦方向よりも横方向の部材が勝っている）の 3 項目に大別できる。なお、1 事例の中で 2 種類以上の CW を使用している場合は複合型に分類した。

3.2. 超高層建築物の形態の分類

本研究では、積層パターンと平面の形状に着目して建物の形態を分類した。結果、表 3 に示すとおり、積層された平面形が変わらない「同形積層」、平面形が変化する「積層平面形変化」、平面が数種類の形状を組み合わせているもののうち、同形状の組み合わせである「同形状組合せ」異形状の組み合わせである「異形状組合せ」に大別できた。また、その他に「連棟表現」「特殊形状」を加え、A ～ K の 11 種類 59 項目に分類した。

4. 超高層建築物におけるカーテンウォールと形態の関係

4.1. 概況

前章で行った分類にしたがい、図 3 にカーテンウォールを建物の

表 2　カーテンウォールの意匠に着目した分類表

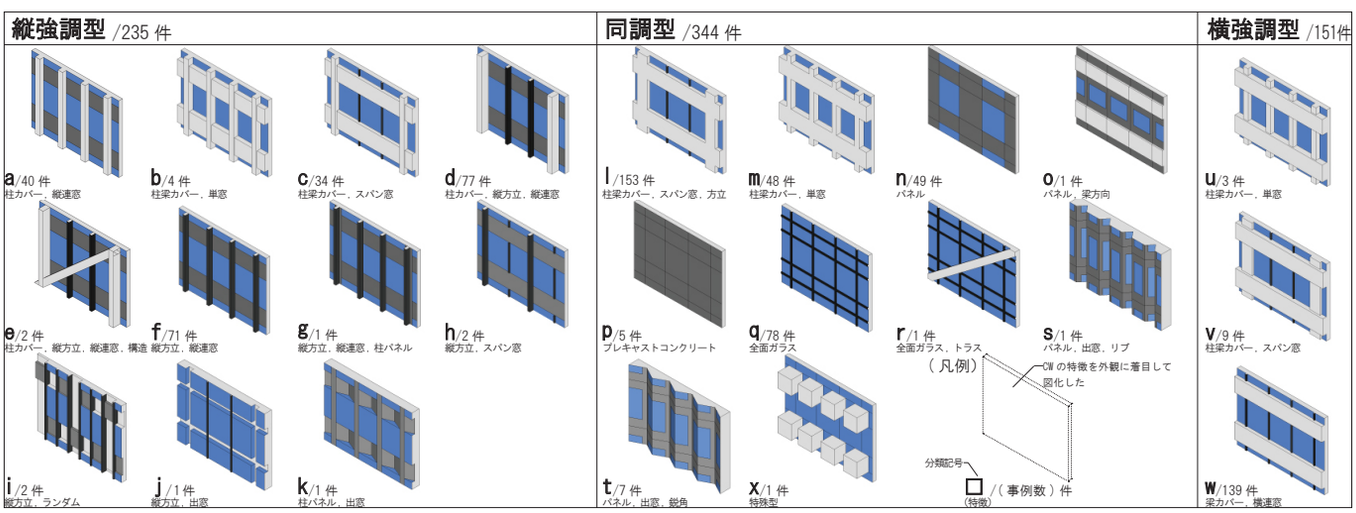
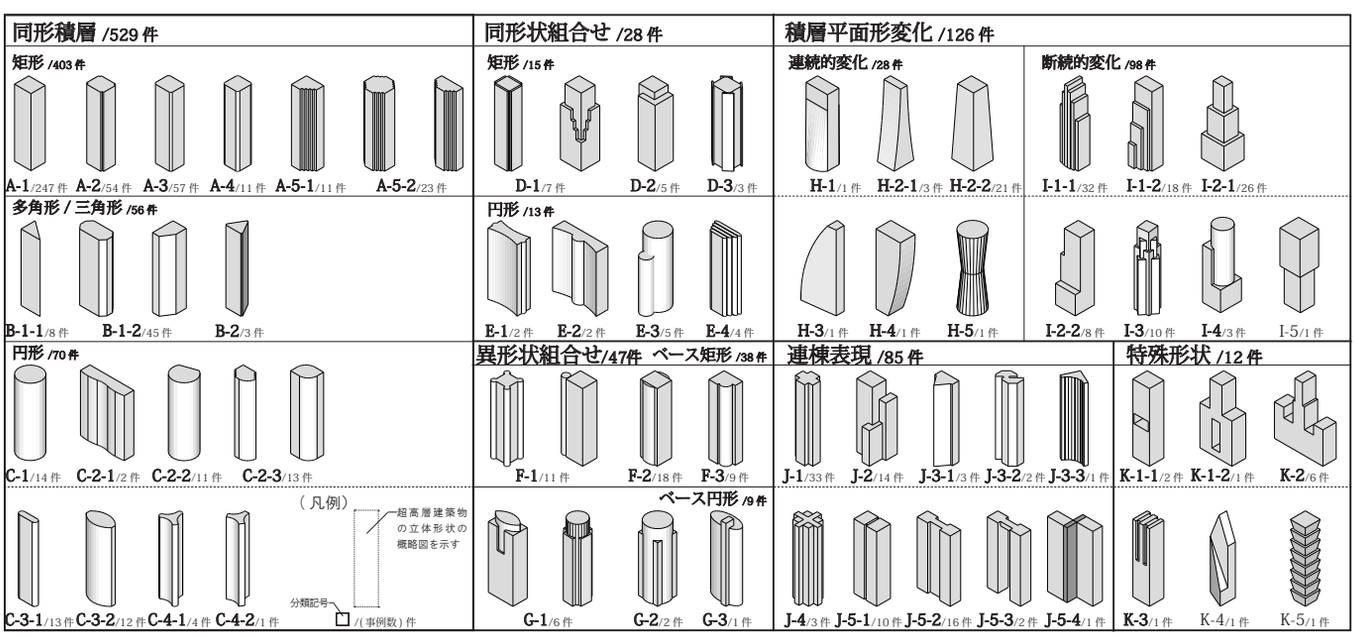


表 3　超高層建築物の形態の分類表



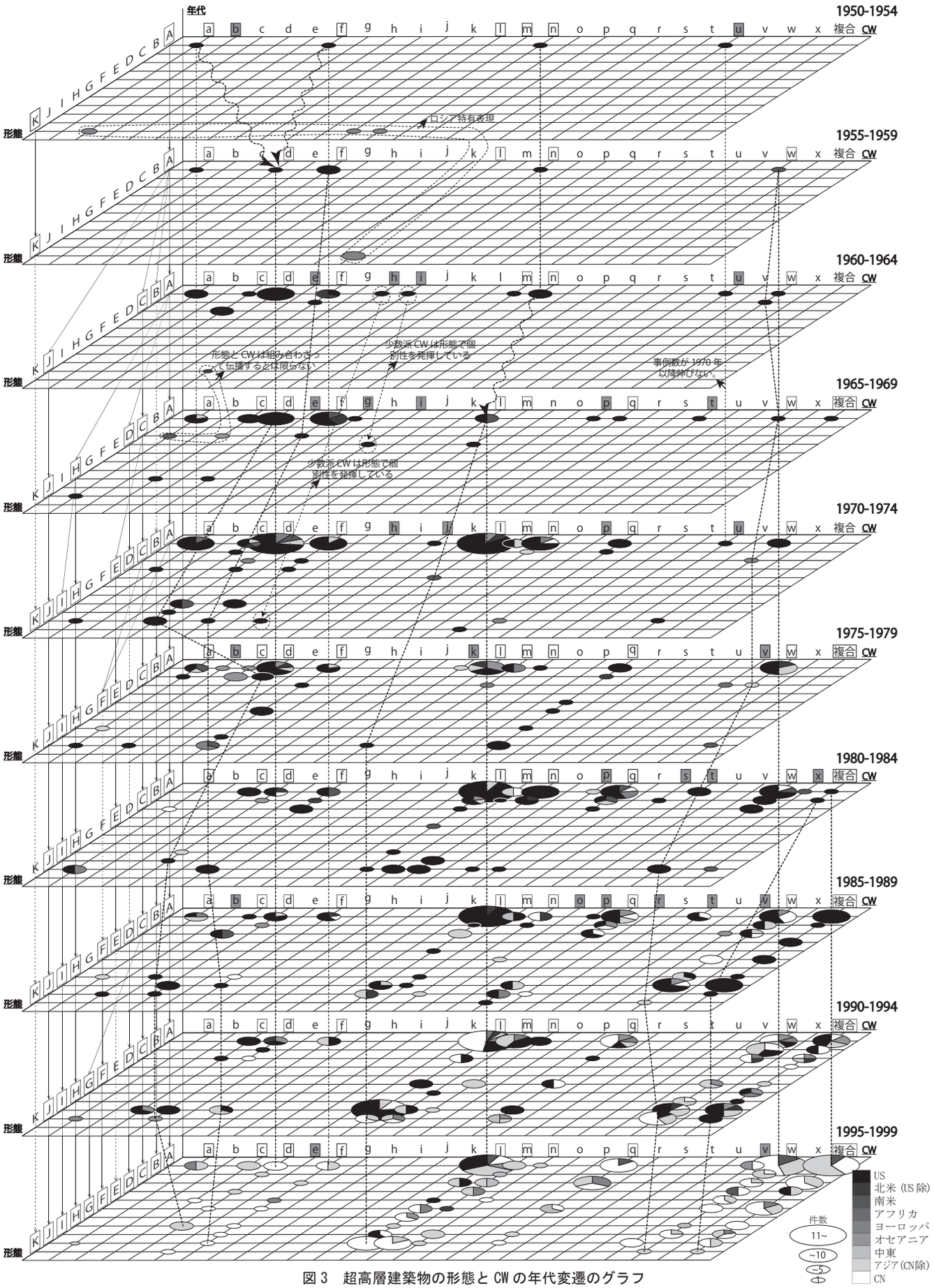


図3　超高層建築物の形態とCWの年代変遷のグラフ

形態の変遷をまとめた。ここでは5年ごとにx軸方向にCW、y軸方向に超高層建築物の形態を並べた表を作成し、事例数をプロットした。事例数は円の大きさで表し、建設された地域の構成を円グラフで表した。図の点線はCWの変遷の主流を示す。

1950年頃にアメリカを中心に超高層建築物が見られ、その後は1965年頃から他地域でも建設されている。また1985年頃から中国を始めとするアジア地域での建設数が増加している。

図よりCWの意匠には主流があると考えられる。主流とみなせるCWは様々な形態の建物に採用され、地域的な広がりも認められる。CWの主流は1970年頃が縦強調型、1975年頃が同調型、1980年頃が横強調型、1985年頃が複合型であり、流行の移り変わりがある。

4.2. 個別の分析

1950年頃の黎明期の超高層建築物では建物の形態の種類は限られているが、CWの種類は多数に渡っている。このことから、当時の超高層建築物の独自性はCWのデザインで示されており、形態の新規性は過度に追求していなかったと考えられる。これは事務所ビルが多く用途が単純であったことや、超高層建築物の建設の主流であったアメリカでは箱型の建築が流行していたことが要因であると考える。また、その後もしばらく形態の多様化が起きていないことは高さゆえの構造上の制約があったことが一因として考えられる。

縦強調型の【d】【f】が最初期に広がりを見せたのは〈Seagram Building〉[注9]の影響が大きいと考えられる。この事例は日本でもCWの導入に向けた文献[11]などで数多く取り上げられている。また、類似したCWの表現として【g】【h】【i】【j】【k】が見られるが、その出現は1960年～1979年までの間で起きており、縦強調の中でもより個別性の高いCWの表現である。

形態【H】は【A】【B】【C】に比べると特殊的な表現ではあるが、超高層建築物の定型として好まれていた傾向がある[注10]。縦強調型を中心として広まった形態であったが、横強調型でも採用される形態となり、その関係性に決まった制約はないと考える。

横強調型【u】の出現は1950年代と早いが、その後はあまり建設されていない。200m以上の建物にこのCWが採用されていないことから、高層化には適さなかったのではないかと考える。一方、類似した【w】が横強調型の主流として定着し、各地域での建設が行われている。

建設当時、世界一の高さを誇った〈Sears Tower〉[注11]は【J】に分類される。CWの表現は異なるが、後に世界一の高さとなる〈Burj Khalifa〉[注12]と形態が酷似している。このことから突出した高さの建物に固有の建物形態は存在するが、CWの表現は様々であるといえる。

1990年-1999年はCWで特殊表現をすることが少なくなり、一定のCWの種類に収束していることから、CWの安定期と捉えられる。この時期と重なるように【複合型】の事例数が1985年から急激に伸びている。つまり、形態とCWの組み合わせ方により超高層建築物の多様性が生み出されていると考えられる。また異なるCW同士の組み合わせが可能になったことからその種類が安定したのと考えられる。

6. まとめ

CWは1950年代までに主流となる種類は一通り出され、一方で建物の形態は近年になるほど多様化することが分かった。つまり、CWの多様化は超高層建築物の建設数が伸びる以前に起きていたことである。また、CWは流行が起きているものもある一方、事例数がかなり少ない種類も多い。また、複数件建てられることがあっても、建物自体の形態は異なり、より個別性の高い表現が追求されていることが分かった。

超高層建築物の多様性はCWと形態の組み合わせのバリエーションにより担保されるが、1990年代以降、CWは汎用性が高い種類に収束しながら、既出のCWの種類の組み合わせ（複合型）によって差異が図られ、建物自体の独自性はむしろ形態の表現の多様化によって追求されている。1990年以降にみられるこの現象は、超高層建築物の構造形式は解析技術等の発展から自由になったが、外周壁は環境性能の水準が強くなり、技術の制約が厳しくなり、CWにその自由度が失われていった結果であると考えられる。

注

注1） 超高層建築物に限らない場合、1950年代以前にカーテンウォールの使用が見られる（文献2）。また国連本部ビルの建設年は、資料により諸説あるが、本研究では1953年を採用する。

注2） 最初期の摩天楼はルイス・サリヴァン設計によるウェインライト・ビル（高さ10階建て）だと考えられている。その後の摩天楼を予見させる垂直性を強調したものであった（文献7）。

注3） 容積率はニューヨークでゾーニング法廃止に伴い導入され、箱型の高層建築物の一般化を後押しした。のちに、日本でも容積率が導入されている。容積率を導入することによって、高い建物を建設するためにはより多くの空地を地上に設けなければならなくなる。

注4） 2009年、ドバイにBurj Harihaが建設され、初めて800mを超える建物が完成した。今現在もそれを超える高さの建物が計画されており、高層化は今後も進むと考えられる。

注5） 現在超高層建築物の主流は中東アジア、アジア地域であるが、周辺の開発に先立ち、超高層建築物の計画が始められることが多い。周囲に同等の高さの建物が見られない場合、建物全貌が把握可能なためかランドマーク化する傾向にある（文献7）。

注6） ロンドンのハイド・パークを会場に開催された万国博覧会の展示館として建設された建物。J. パクストンの設計。規模は長さ1847フィート（約560 m）、幅408フィート（約120 m）である（文献1）。

注7） 超高層建築物の高さには明確な定義はないが、本研究では150m以上の建築物を超高層建築物としている。

注8） 参考としたカーテンウォールの分類方法については本論にて述べる

注9） アメリカ・ニューヨーク、高さ157m、Ludwig Mies van der Rohe設計（文献9）

注10） 自然で素朴な超高層建築のあるべき姿は何かをテーマに研究検討が行われた。オーナーはシカゴのファーストナショナル銀行を推奨していた（文献11）。

注11） アメリカ・シカゴ、高さ442m、Skidmore,Owings and Merrill設計（文献9）。

注12） UAE・ドバイ、高さ829.8m、Skidmore,Owings and Merrill設計（文献9）。

参考文献

1） 彰国社（編）：建築大辞典　第2版，彰国社，1993

2） 一般社団法人　カーテンウォール・防火開口部協会：カーテンウォールって なんだろう 2016，一般社団法人　カーテンウォール・防火開口部協会

3） 橋口十希，小林克弘，木下央，宮脇大地ら：近年の高層建築デザインに関する分析（その1～その14），日本建築学会大会学術講演梗概集，2012～2014

4） 小林克弘，永田明寛，鳥海基樹，木下央：スカイスクレーパーズ　世界の高層建築の挑戦，鹿島出版社，2015

5） 鵜沢康久，深尾精一，瀬川康秀：高層建築物の外周壁構法に関する調査研究　その1～その4，日本建築学会大会学術講演梗概集，1981～1989

6） プレコンシステム協会「ファサードをつくる」編纂委員会（編著），松村秀一・清家剛（監修）：ファサードをつくる　PCaコンクリート技術と変遷，彰国社，2005

7） 大澤昭彦：高層建築物の世界史，講談社現代新書，2015

8） WIPO標準ST.3:http://www.wipo.int/export/sites/www/standards/en/pdf/03-03-01.pdf

9） ctbuh（高層ビル・都市居住協議会：Council on Tall Buildings and Urban Habitat）運営の公式HP：http://www.skyscrapercenter.com/

10） 内田祥哉（編著）：一般構造，鹿島研究所出版会，1964

11） 松下清夫：安田火災海上新本社ビルの形を決めた構造的理由について，建築界，p.17，1976.06