

1. 序論

鋼構造建築物の解体後、鋼材はほぼ 100%リサイクルされるが、鋼材を再生する過程は、新材の生産ほどではなくとも、大量の CO<sub>2</sub> を発生させ、大量のエネルギーを必要とする。もし、代わりに、鋼材をリユースする方策を確立できれば、CO<sub>2</sub> の排出機会は大幅に減り、環境負荷を削減できる。リユース対象として、加工量が集中し、全重量に占める割合が大きく、比較的解体しやすいと思われる、柱に注目した。図 1 に示すように、複層分の一体化部品として製作される柱を、ここではクリスマスツリーと呼称する。多くの鋼構造建築物に転用できる、汎用性が高いクリスマスツリーを選定できれば、リユースを推進する具体的方策を立てられると考えて、鋼構造建築物の現状を把握するための実態調査を行った。北海道で、過去 10 年以内に用いられた、構造計算適合性判定資料を基に、鋼構造建築物の規模や構法、寸法、部材等の情報を収集し、共通性を分析した。

2. 調査方法

調査対象は、地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 建築研究本部建築性能試験センターが審査した、構造計算適合性判定書類であった。これは、2007 年に始まった、構造計算適合性判定制度に伴う手続きによるもので、2 階以上で延床面積が 500 m<sup>2</sup> 以上、または平屋で延床面積 3,000 m<sup>2</sup> 以上で、高さが 60 m 以下の建築物に適用される<sup>1)</sup>。同センターと北海道科学大学工学部建築学科と共同で、2021 年 9 月から 12 月にかけて、合計 53 物件を調査した。この 53 物件は、2010 年から 2020 年にかけて審査されたものである。

調査項目は、①基本情報（階数や主要用途、構造種、新築・増築の別、延床面積、最高高さ）、②部材長（階高や梁上端間距離、柱芯々距離、柱継手や梁接手の位置）、③部材断面寸法と鋼材種、④柱梁接合部、⑤柱脚接合部、⑥構造計算結果（層間変形角や構造特性係数、各階重量）であった。④では、柱に梁がつく向きと本数、柱芯と梁軸線の偏心の有無を調査した。

3. 調査結果

調査物件の内訳は、角形鋼管柱を用いたラーメン構造の連層建物が 33 件、平屋大空間建物が 3 件、連層大空間建物が 8 件、純ラーメン構造でない建物が 1 件であった。基準階の床面積が 2,000 m<sup>2</sup> 以上の大空間建物は、柱芯々距離が 10 m を超え、部材寸法が連層建物と大きく異なるために、特に区別した。また、H 形鋼柱を用いた建物が 8 件あり、そのうち、一方向が山形または片流れラーメン構造で、もう一方向がブレース構造の建物が 7 件、両方向ラーメン構造の平屋大空間建物が 1 件であった。本梗概では、角形鋼管柱を用いた連層建物 33 件のみを述べる。

図 2 に、33 件について、階数と基準階床面積を示す。階数は 2 から 14 階で、6 階までの中低層が多かった。基準階床面積は、200 から 800 m<sup>2</sup> が多かった。図 3 に、33 件の全建物階（総数 403）について、階高の分布を、1 階とその他に分けて示す。2 階以上の階高は、3 から 4.2 m が多かった。基準階の階高が 4.0±0.1 [m] の建物は 6 件あった。ロビーが入る場合が多い 1 階の階高は、3 から 6m まで、幅広く分布した。

図 4 に、クリスマスツリー（総数 1,120 本）の層数分布を、最下段とそれ以外に分けて示す。最下段は 2 層が多く、それ以外は 3 層が多かった。最下段以外で 1 層や 2 層のものは、最上階に用いられた場合が多い。4 層は、2 物件で用いられ、13 階建てで、4 層部品が主体で建物が構成された場合と、10 階建ての最上段で階高が 3.6m の部分で用いられた場合であった。

柱継手は、確認できた 27 件のうち 17 件で、床から 1,000 mm の位置に設置された。柱脚形式は、連層建物 33 件のうち、23 件が露出型、4 件が根巻型、2 件が埋込型、4 件が地下の SRC 構造に連続する型式であった。

図 5 に、クリスマスツリーごとの柱幅の分布を示す。ここでは、クリスマスツリーの各層で柱幅が一致しているもの（総数 1,120 本のうち 1,032 本）だけを示す。柱幅は、200 から 750 mm に分布し、400 mm と 550 mm に多かった。表 1 に、図 5 のクリスマスツリーのうち、接合する梁せいの差が 20 mm 以下で、かつ上フランジ高さで一致

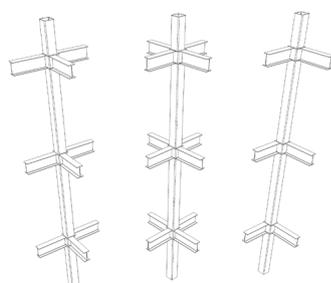


図 1 クリスマスツリー

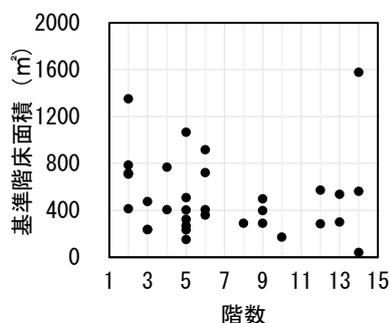


図 2 階数と基準階床面積

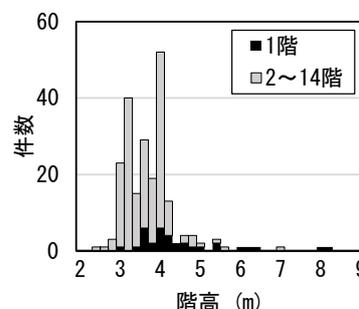


図 3 階高の度数分布

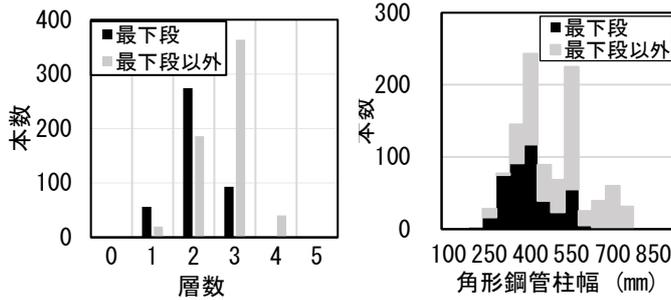


図4 クリスマスツリーの層数

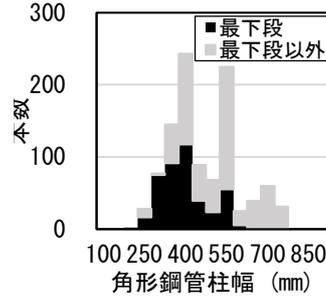


図5 角形鋼管の柱幅

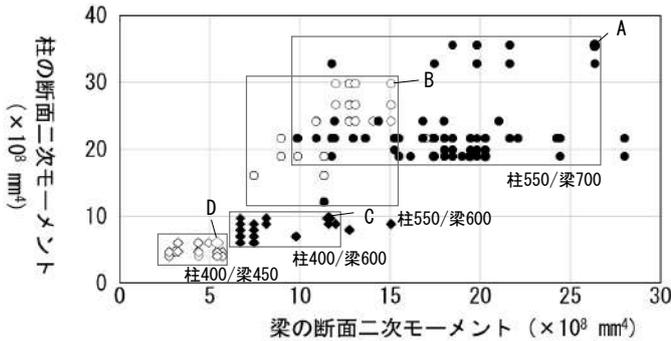


図6 柱と梁の断面二次モーメント

しているもの(424本)について、接合する梁せいと柱幅の分布を示す。柱幅550mmと梁せい700mm、柱幅550mmと梁せい600mm、柱幅400mmと梁せい600mm、柱幅400mmと梁せい450mmの組み合わせが、その近傍と併せて、全体の67%を占めた。

図6に、柱幅が500から550mmで、梁せいが650から700mmの111本、550から600mmの60本、柱幅が350から400mmで、梁せいが550から600mmの53本と450から400mmの59本の4範囲について、柱と梁の断面二次モーメントの分布を示す。柱が□-550×550×40で梁がH-700×350×19×28の組合せA、柱が□-550×550×32で梁がH-600×300×19×25の組合せB、柱が□-400×400×28で梁がH-600×250×12×25の組合せC、柱が□-400×400×16で梁がH-450×300×11×18の組合せDは、近傍の範囲をほぼ包含でき、それぞれ表1に示すクリスマスツリーの27%、14%、12%、14%を代替できるので、リユースを推進する対象に適している。

図7に示すように、柱梁接合部は、柱の平面位置(中柱・側柱・角柱)と、梁の偏心の有無で分類される。図8に、図5以降でみたクリスマスツリーの柱梁接合部(総数2,480個)の分類を示す。側柱、中柱、角柱の順に多く、中柱では、全梁が柱芯を通る場合、側柱では、向かい合う梁が同じ方向に偏心する場合、次いで全梁が柱芯を通る場合、角柱では、どの梁も偏心する場合、次いで全梁が柱芯を通る場合が多かった。

#### 4. リユースの可能性

上述の分析により、柱が□-550×550×40、梁がH-700×350×19×28、階高が4mの3層クリスマスツリーは、全数の3%を、柱が□-550×550×32、梁がH-600×300×19×25、階高が3.2mの3層クリスマスツリーは、全数の3%を包含できることを見出した。次いで、柱が□-400×400×28、梁がH-600×250×12×25、階高が3.6mの

表1 角形鋼管柱幅と梁せいの分布

角形鋼管の柱幅 [mm]	梁せい [mm]											計		
	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700		750	800
800														0
750													4	4
700												16	16	
650									3		1			4
600									8	3	2			13
550								7	36	55	56			154
500							22		18					40
450								1	18	3				22
400								31	22	6	47		1	107
350				8	8			20						36
300					6					10				16
250				2		6	2							10
200														2
計	0	2	2	8	20	53	44	14	140	61	60	0	20	424

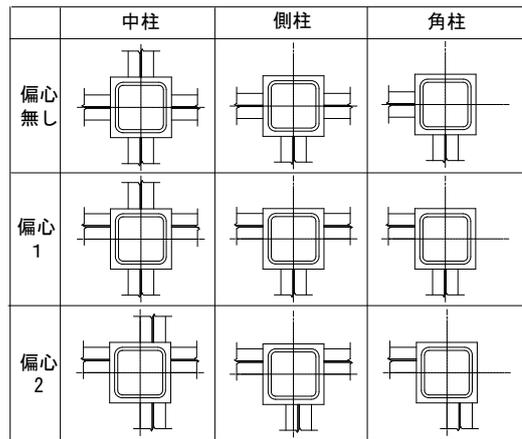


図7 接合部パターン

3層クリスマスツリーは、全数の2%を、柱が□-400×400×16、梁がH-450×300×11×18、階高が3.6mの、3層クリスマスツリーは、全数の3%を包含できる。この4つの組合せは、調査したクリスマスツリーの全数の11%を包含できる

ので、現状で用いられる組合せの中でも、汎用性が高い。こうした汎用性が高いクリスマスツリーを、積極的に活用する認識を共有化できれば、解体される建物から部品を採取し、近隣で施工される新設建物に再利用できる可能性が高まる。部品の入手性が、重量を最適化するメリットを超えれば、リユースを推進する大きなきっかけとなり得る。

#### 5. 結論

北海道内に、過去10年間に計画された、53件の鋼構造建築物について、図面調査を行い、鋼構造建築物の現状を把握した。その調査結果をもとに、部材リユースの対象候補を、4種類のクリスマスツリーに絞り込んだ。今後さらに分析を進めて、部材リユースの具体的方策を立案する。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所・建築研究所：建築物の構造関係技術解説書<2020年版>、全国官報販売協同組合、2020年

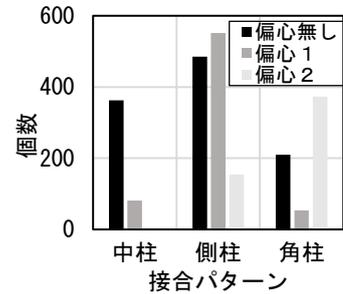


図8 柱と梁の接合パターン