特集

建築物の『非建築物』の耐風設計の現状と課題

カーポート Carports

和泉達夫^{*1}

Tatsuo IZUMI

1. はじめに

1970年代の後半、自動車を風雨や陽射しから守るための簡易な屋根付き車庫として現場で組み立てるカーポートが開発された。当初は簡便さが評価され、

強度的に不十分なものも見受けられたが、1984年に工業標準化に基づく金属製簡易車庫用構成材(JIS A 6604)が制定され基本的な品質が確保されるようになり今日に至っている。

図1 カーポートデザインの変遷：その1

(Change of the design of carports: Part 1)

*1 日本エクステリア工業会
Japan Exterior Industry Association

図2 カーポートデザインの変遷：その2
(Change of the design of carports: Part 2)

開発初期のデザインは、屋根葺き材に塩化ビニール製波板を用いたフラットタイプと呼ばれる緩勾配な直線形状の屋根が主流であったが、近年ではアクリル板やポリカーボネイト板の普及に伴い柔らかさを意識したアール形状の屋根が大きなウエイトを占めてきている（図1参照）。また、構造方式も方杖を用いた3本柱の片側支持式や6本柱の両側支持式などがスタンダードであったが、技術開発の進歩と共に、方杖のない2本柱の片側支持式やトラス構造を持つ屋根・上吊り方式屋根など（図2参照）へと発展し、柱・梁・屋根という単純な構成部材ながら意匠性にも富む斬新なデザインの開発が進み、現在では、全国で600万台以上使用される生活の必需品となった。

一方、2000年には住宅品確法や改正建築基準法が施行され、ユーザーが安心して住宅を取得できるようになった。建築も家電製品や自動車と同じように性能・品質・デザインと価格で選択できる時代へと変わりはじめ、カーポートなどの付属工作物にも社会の動きと無関係ではなく建築物と同じような品質が求められつつある。

2. 耐風圧性能評価の現状

カーポートの主要な構成部材にはアルミニウム合金が採用され軽量化が図られている。加えて塩化ビニール製の波板に始まりアクリル板やポリカーボネイト板の屋根葺き材という軽量なもののどうしの組み合わせで上部構造が構成されており、代表的な1台駐車用のカーポートで約90kg程度。屋根投影面積1.0㎡あたりに換算すると7kg/㎡と一般的な建築物に比べて類をみない軽量さが特徴である。

上部構造が軽量であるということはカーポートに作用する外的な力（積雪・風・地震）に対して有利に働く場合と不利に働く場合の二面性を持つことになるが、カーポートなどの付属工作物にとって大きな脅

威となるのは台風との遭遇である。1991年9月25日に長崎県へ上陸し北陸・東北地方の日本海沿岸を通過した台風19号や1998年9月24日に和歌山県へ上陸し北陸地方を通過した台風7号はまだ記憶に新しいところであるが、前者は宮島の厳島神社の社殿を倒壊させ、富山県砺波市の散村大火をもたらし、青森のリンゴ被害を引き起こした。後者は、室生寺の五重塔を壊し近畿圏でカーポートなどへ風害を引き起こし全国的な災害となった。何れの被害地でも最大瞬間風速が40m/sを超えるなど、恒久的な建築物でさえ成す術がない自然災害の猛威の前にはカーポートのような簡易な付属工作物では最も警戒しなければいけない（図3参照）。

1977年、アルミニウム合金製建材を市場に提案し消費者生活の利便性に寄与する目的で日本エクステリア工業会が設立された。同工業会では、製品規格の標準化・技術水準の向上や需要者の信頼に応える良質な製品供給を使命とし、国内の主要なアルミ建材メーカーが会員となっている。現在、日本エクステリア工業会に加盟しカーポート開発を手がける製造メーカー各社では、過去の強風被害の教訓から簡易な付属工作物の耐風圧性能を評価する様々な試みが行われている。代表的な評価方法としては屋根面下側からの吹き上げ荷重を想定し、逆さ吊りした実大製品の屋根葺き材に静荷重を加えながら行う方法である。屋根葺き材の保持力と屋根廻りを支える構成材料の破壊荷重を評価する方法であるが、このような実大製品を用いて実験を行えることも簡易な付属工作物ならではの利点といえる（図4参照）。

また、加盟企業が丸丸となって取り組みしてきたことには設計用風荷重に影響する風力係数の研究解明がある。カーポートの屋根形状・デザインが多様化する中、建築基準法の告示で規定する独立上家の風力係数だけでは対応しきれなくなってきたからである。このような状況の中、日本エクステリア工業会が中心となり、2000年7月から2003年9月にかけて東北大学未来科学技術共同研究センターと共同し風洞実験を行った（図5参照）。この実験結果からはカーポートの屋根形状を表す形状パラメータ（図6参照）と回帰係数を用いて計算するカーポートに適した構造骨組用並びに外装材用風力係数の提案が行われ、設計荷重をより合理的に設定できる仕組みが整備されてきている。

(a)台風 9119 号

(b)台風 9807 号

図3 台風 9119 号と 9807 号の進路と観測された風速
(Tracks of Typhoons 9119 and 9807 and the recorded wind speeds)

図4 カーポートの逆さ吊り試験
(Experiments for evaluating the strength of structures against uplift forces)

図5 カーポート模型による風洞実験
(Wind tunnel experiments for estimating the wind loads)

図6 屋根形状を表すパラメータ
(Definition of roof shape of carports)

3. 強風対策の方向性

自然災害の猛威の前には無力だったカーポートも試行錯誤の中、様々な工夫が重ねられ徐々に強風対策が講じられるようになってきた。単純な構成部材だけに見た目には限られた範囲と映るが、屋根材ホルダーと呼ばれる屋根葺き材の保持力を増す工夫や片側支持式カーポートなどで多く見受けられる補助柱と呼

ばれる構成材をサポートする支持部材がある。これらは前述した逆さ吊り試験から、その効果のほどをカーポート部材のパーツとして進化させたものである。構造面では使用するアルミニウム合金の材料強度に期待した性能設計が活発に展開されている。従来、カーポート用構成材のアルミニウム合金といえばアルミサッシに代表される汎用性の高い合金種が主流であったが、近年では高強度アルミ合金と呼ばれる合金種を採用する傾向が増えている。高強度アルミ合金の材料強度は、従来のアルミニウム合金と一般構造用鋼材（SS400）の中間に位置し「軽量さ」というアルミニウム合金製カーポートの特徴を損なわず且つ、高い強度性能を実現させている。

一方、カーポートの上部構造が軽量化され耐風圧性能が増すにつれ、それを支えるべき基礎の負担が大きくなることも見逃してはならない。日本エクステリア工業会では2004年4月から11月にかけて加盟企業12

社と学識経験者で構成するプロジェクトを立ち上げ、カーポート基礎の研究を産学連携して実施している。この研究からは駐車スペース部分に施工される土間コンクリートを適切に評価し、吹き上げ荷重で生じるカーポート基礎の転倒に対しても十分な拘束効果があることが確認された（図7参照）。

現在では「カーポートの土間コン併用基礎」として標準的な基礎形状寸法に反映されている。このことはカーポートを一完成品として捉えた場合、本来の持つべき性能を発揮するためにはその支えとなる基礎も疎かにしてはならないという消費者側の視点に立った物作りをすることの表われで、日本エクステリア工業会が設立当初に掲げた「需要者の信頼に応える使命」を実践することに他ならない。

また、これまでのカーポート開発は1984年に制定されたJIS A 6604に基づく実験を主体とした製品作

りが長きに渡り行われてきた。製品実験そのものは消費者に対する安全性や信頼性の提供という観点から今後も継続して行われるべきであり否定するものではない。但し、今後益々活発化するであろう斬新な構造デザインの出現・工法の多様化、そして消費者ニーズに応じたその時々タイムリーな製品提供を考えると、これまでのような製品実験にもおのずと限界があるかと思われる。ここ数年で実施してきた風力係数の解明・基礎形状の研究など、業界の財産とも言える研究成果を巧みに活かしながらより合理的な設計を展開すべきであり製品実験の持つ意味合いは完成品としての付加価値を高めるものと位置付け、各社各様の特徴があっても良い。既に一部の会員企業ではオリジナリティを掲げた製品実験（図8参照）が行われており夫々の企業でも独自性の展開が望まれる。

図7 土間コン併用基礎の実験

(Experiment on the strength of foundation together with earth floor concrete)

図8 実大製品の風洞試験

(Wind tunnel experiment with a full-scale model)

4. まとめ

カーポートが開発され市場に定着し、早や30年の年月を経た。シンプルな構成要素に変わりはないが開発当初に比べてハード面（品質・強度・耐久性）、ソフト面（デザインの豊富さ、消費者選択幅の拡大）とも大幅に進歩し生活基盤の必需品として国の経済発展に貢献してきた。この間、30年の歴史の中でカーポートに対する市場消費者の認識は如何ほどの物であろうか。住宅のように一生に一度の大きな買物と呼

べるものではないにしろ, ほどほどの耐久性を持つという一面と一定の寿命が伴うという側面も併せ持つ製品であることは, 大方の消費者が認識し理解しうるところと思われる。製品の長寿命化(高耐久化)は誰しもが望むことではあるが過剰な品質と引換えに製品の長寿命化を実現しても市場からは歓迎されない。カーポートに期待する市場の認識を掌握しながらより良い製品作り・企業姿勢が求められてくることに備え惜しみない努力が必要である。特にカーポートと風は今後も切り離すことのできないテーマでもあり継続した研究や学識経験者との交流が不可欠である。

参考文献

- 1) 日本エクステリア工業会: アルミエクステリア 20 年のあゆみ, 1997.11.
- 2) 日本エクステリア工業会 (内山 協一著): カーポートと風と雪, 2001.3.
- 3) 東北大学未来科学技術共同研究センター (植松 康教授): アルミ製カーポートの設計用風荷重に関する風洞実験報告書, 2001.7.
- 4) 関東学院大学 工学部建築学科 (槇谷 栄次 教授, 中島 正夫 教授): カーポートの土間コン併用基礎に関する調査報告書, 2004.11.