

単管とクランプで構成する構造物の可能性について

国土工営コンサルタンツ(株) 正員 筒井 光男
九州産業大学 フェロー 水田 洋司
福岡大学 正員 坂田 力
国土工営コンサルタンツ(株) 石原 元

1. はじめに

単管とクランプは足場や仮設のフェンスなどに使われることが多く、次のような特徴がある。まず、部材が小さく、片手で取り扱うことが出来る。次に、連結に用いるクランプはラチェットレンチを用いて片手で締結・取り外しが出来る。このために、単管とクランプで作る構造物は人力で設置・解体可能である。本論文では、単管とクランプを用いた仮設ではない構造物(本論文では単に構造物と記す)について検討し、その形状および力学特性について考察した。

2. 素材としての単管とクランプ

2.1 材料

単管：外径48.6mm、板厚2.3mm、断面積3.345cm²、断面2次モーメント8.99cm⁴、単位質量2.63kg/m、長さは1m, 2m, 3mなど。曲げることも出来るが、基本は直線のまま使用する。

クランプ：固定クランプ、自在クランプ、垂木止めクランプがある。構造用物を形成するのに便利な自在クランプを使用する(以下単にクランプと書く)。許容荷重は3.5kNが多く用いられる。

2.2 取り付け条件

2本の単管の最短距離が70mmの場合に、最短距離位置に取り付け可能である。そして最短距離の軸周りに回転可能である。



図-1 六角もたれかけ構造

3. 形状の制約と力学性状

3.1 形状

単管をクランプで連結して構造物を構成する。そのために、単管軸力はクランプを経由して伝達される。このとき、単管の部材軸は偏心する。このために、「もたれかけ」¹⁾の構造となることが多い(図-1)。もたれかけ構造を連ねると弧を描き、その曲率は単管直線長とクランプ間隔によって決まる。単管が短くなるあるいはクランプ間隔が狭くなると、曲率が大きくなる。また三角形、四角形や六角形など、繰り返しパターンで面を埋めることが出来る形状は、ドームを形成することが可能である(図-2, 3)。なお、模型の材料は割箸と輪ゴムである。

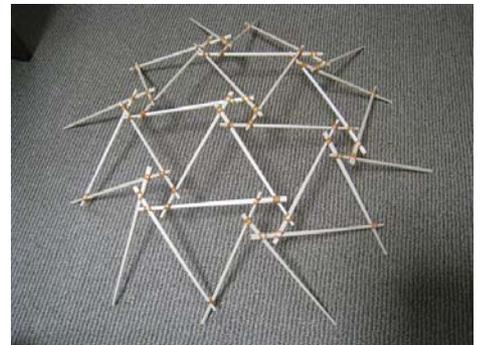


図-2 三角形で構成されるドーム

3.2 強度

i) 軸力

部材軸の偏心は軸力による座屈荷重の低下をもたらす。これに対しては、単管の端部を複数のクランプで連結することにより、拘束度を上げて偏心の影響を小さくすることが可能である(図-1, 2, 3)

ii) 曲げと剪断

曲げは、クランプを経由して伝達される。このために、クランプ間隔が小さい場合は、剪断力が大きくなる傾向がある(図-4)。剪断力が大きい場合は、中心部に柱を立てて、引張材を配置する対策も有効である(図-5)。クランプで連結するので、木材のような断面欠損は無い。荷重集中点の補強としては、クランプがダイヤフラムの役割を考えると考えられる。部材を組む方向は、主荷重作用時に、クランプに圧縮が作用するようにするほうが、次に単管が控えているので合理的である。強度が不足する場合は、単管を追加して補強することが容易である。



図-3 四角形で構成されるドーム

キーワード：単管、クランプ、構造素材、もたれかけ構造

連絡先：〒859-3724 長崎県東彼杵郡波佐見町志折郷1905-8 国土工営コンサルタンツ(株)0956-76-9094

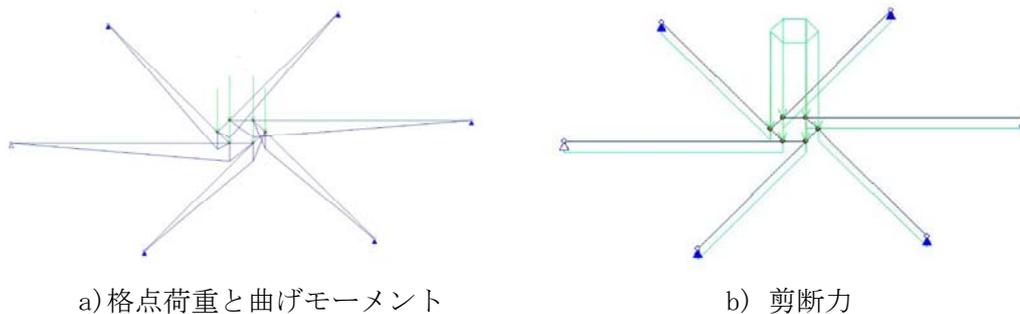


図-4 面外荷重が作用する六角もたれかけ構造の断面力

4. 構造物例

もたれかけ構造を屋根に用いた単管の家の骨組模型を図-5示す。図-5は梁・柱は全て同じ長さ、連結は自在クランプを想定している。さらに、屋根梁の曲げと剪断力軽減のために、中央格点に短柱を設け、頂点からケーブルあるいは鋼棒を張っている。これらは水平面内剛性の向上にも寄与している。仮設として使用する場合は、まずはシートで覆い、後日屋根や壁を施工することも可能である。

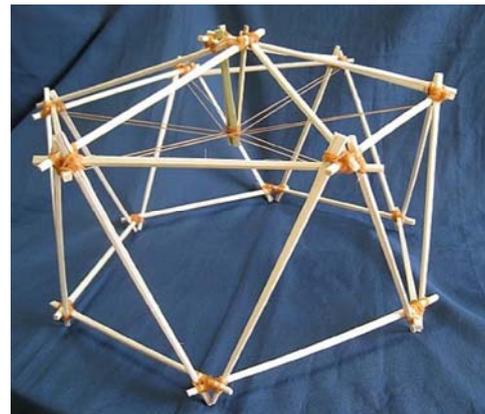


図-5 単管の家

5. 構造物としての可能性

5.1 構造とイメージ

単管を構造物として用いるには、強度上の欠点があるが、設計を工夫することにより解決が可能である(3.2)。また、単管とクランプは工事足場のイメージがあり、構造物としては受け入れられにくい面もある。これは、今後デザインや内装外装を工夫することにより解決可能と考えられる。

5.2 組立て

単管とクランプは仮設材であるために、後工程で使用する部材を治具として使用できる。また、組み立ては人力でできるために、被災地等でも組み立てることが可能というメリットがある。

5.3 変形性能

図-1の「六角もたれかけ構造」を横から押すと、図-6のように楕円状に変形する。これを利用して保管スペース・輸送費の軽減および現地組立の効率化ができる可能性がある。さらに、クランプを緩めて、管軸回り回転および管軸方向にスライドできる仮継手として使用することも考えられる。単管とクランプは精度をあげなくても強度を確保できるため、災害時など急ぐときはほどほどの精度で作り、後日時間があるときに調整することも出来る。これは溶接や高力ボルトで連結された、鋼構造物には無い特徴である。



図-6 六角もたれかけ構造変形時

5.4 構造素材

隈研吾氏¹⁾は次のように言っている。「建築のかつての OS は煉瓦であった」、「片手で扱え、やり直し、修正がきく、レンガは鉄とコンクリートという強力な OS が登場するまで人気絶大であった」。これらを踏まえて、彼は「水のレンガ」、木で織る「千鳥」等を用いて小さな建築を実現している。この流れからすると、次は鋼構造の小さな素材が欲しくなる。その候補として単管とクランプを検討したものである。結果、鋼構造の素材として有力と考えられる。

6. 結論

単管とクランプを用いた構造物の可能性について考察を行った。単管とクランプを用いた構造物は、片手で組み立て・補強・解体が可能であり、移設も容易である。このために、仮設ではない構造物の材料としても有力と考えられる。また、単管が持つ工事足場のイメージは、今後、デザインを工夫することにより解決可能であろう。

参考文献

1) 隈研吾；小さな建築、P67～P116、P24～P28、P28～P66、P118～P138、岩波新書 2013.1