

平成30年度 独創的研究助成費 実績報告書

平成31年3月27日

報告者	学科名	デザイン工学科	職名	准教授	氏名	津田 勢太
研究課題	シザース構造による展開型立体フレーム骨組の構造特性					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	津田勢太	デザイン工学科・准教授	建築構造	統括	
	分担者	河野純平	デザイン学研究科・学生	建築構造	解析・模型製作	
研究実績の概要	<p>小さく折り畳まれた状態から大きな状態に変形する構造は展開構造と呼ばれ、建築土木分野の屋根構造や橋梁構造、宇宙空間のアンテナ構造など、多方面で活用されている。シザース構造とは、2本の棒材の中央をヒンジで接合したX型要素を多数組み合わせた構造をいい、効率よく展開・収納できるため、古くから、直線状の梯子構造や移動式住居ゲルの展開型壁面などに使われている。近年の建築分野では、開閉式屋根や移動型の仮設屋根など主に大空間を覆うシステムとして展開構造が提案されており、その多くがシザース構造によるものである。</p> <p>本研究は、シザース構造による直線状の梯子構造を複数組み合わせた展開型の立体フレーム構造を生成することを目的とする。1個の梯子構造が、立体フレームの柱や梁の役割を担い、複数個を立体的に組み合わせることで、幾つもの室空間を形成する重層ビル型構造にすることが可能である。これまでの研究では、シザース構造の組み合わせによる立体グリッド構造物の形状可能性についての幾何学的適合性を、3次元CADおよび縮小機構模型の作成を通して検討を行っている。</p>					

※ 次ページに続く

<p>研究実績 の概要</p>	<p>シザーズ構造は1自由度メカニズムであるため、荷重支持能力があるわけではない。変形を拘束することで構造体になるものの、現実の構造体としての十分な剛性と耐力を有するためには、展開後に追加部材を挿入するなどの必要性が考えられる。本年度の研究においては、数値解析および模型実験を通して、構造物としての基本特性を明らかにすることを目標とした。</p> <p>3次元フレーム構造の構造性能は複雑となるため、まず平面シザーズ構造の剛性および耐力について、静的荷重による理論解を誘導したうえで、有限要素法による数値解析によって検証をおこなった。その結果をもとに、平面シザーズ構造を組み合わせた多角柱シザーズ構造の構造体としての性能を明らかにした。シザーズ構造は部材の曲げによって荷重を伝達するシステムであり、頂点に軸方向荷重を作用させた場合、個材の曲げ変形で架構全体が外側に広がり、頂点の鉛直変形が大きくなる特徴がある。補強部材なしでは剛性・耐力が不足することが明確となった。</p> <p>構造が横に広がることで剛性が低下するため、それを防止するために横補強材を入れることが有効である。横補強材の挿入箇所による構造性能について数値解析により検証した。横補強材をシザーズ機構展開のための制御力と考えれば、展開過程もある程度の剛性が確保できる。ただし、横補強材によって性能は向上するものの、曲げ応力によって荷重を伝達するシステムであるため、トラスのように軸力で伝達するシステムに比べると性能は低い。</p> <p>多角柱シザーズ構造の剛性を高くするためには、軸方向に縦補強材をいれてトラス構造にすることが最も容易な補強方法ではある。ただし、補強部材を挿入するまでの剛性は低い。そこで、この縦方向補強材をシザーズ機構で構成する不等辺多角柱シザーズ構造を考案した。これは、短辺シザーズと長辺シザーズを交互に配置した六角柱シザーズ構造であり、短辺シザーズの方が長辺シザーズよりも早く立ち上がって直線状になるため、最終的に縦補強材が挿入された三角柱シザーズ構造と同等になる機構である。この機構は非常に高い剛性を有することを数値解析により明らかにした。また、機構模型によって、その可動性を確認した。</p>
<p>成果資料目録</p>	<p>(1)河野純平, 津田勢太: シザーズ構造を用いた展開型の立体骨組の提案, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), 構造I, pp. 947-948, 2018.9.</p> <p>(2)河野純平, 津田勢太, 大崎 純: シザーズ構造を用いた展開型角柱の静的荷重に対する構造性能, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第42巻, Paper No. 212, 2019.3.</p>