

仮設足場の結合部の性能に関する実験的評価

独立行政法人産業安全研究所 正会員 大幢 勝利
 独立行政法人産業安全研究所 正会員 Songpol Phongkumsing

1. はじめに

近年、工事中仮設足場において、支柱に取り付けられた受け金具に、布材（水平材）端部に取り付けられたくさびを打ち込むことにより両者を結合する方式の足場が数多く開発され、様々な現場で使用されている。これらのくさび式足場については、実験データが少なく強度特性が明らかにされていないため、通常は従来の単管足場の法規制や組み立て基準に従って使用されている。しかし、くさび式足場に使用されるくさび結合部は、単管足場の緊結金具（クランプ）とは構造が異なるため、両者の強度特性には相違があると考えられる。このため、単管足場の組み立て基準に従った場合、くさび式足場全体としての強度等に不明確な点が残されている。

そこで、本研究ではくさび式足場の安全性を確保するための基礎資料を得ることを目的として、足場の座屈強度に影響を及ぼすくさび結合部の性能を評価するための実験を行った。得られた結果より、足場の鉛直強度を解析的に推定し、これを実大実験の結果と比較することにより、結合部の性能評価方法について検討した。

2. 実験方法

くさび結合部には多くの種類があるが、その中から代表的なものとして、図1～図4に示すA、B、C、Dの4種類の形状を持つくさび結合部を対象に実験を行った。

2.1 結合部の曲げ実験

足場の鉛直強度は、支柱の寸法、座屈長等その他、結合部の曲げ剛性にも大きく影響を受ける。そこで、図5、図6に示すように、支柱と布材のくさび結合部のみを切り出し、中央の支柱に鉛直荷重を載荷することにより、

結合部に曲げモーメントを作用させる実験を行った。実験では、支柱に作用する荷重と支柱下端の変位を測定することにより荷重と変位の関係を調べ、その結果より結合部の性能を評価することとした。その際、くさびの引き抜き方向（図5）と打ち込み方向（図6）の2方向について荷重を載荷した。これは、支柱が座屈する際、湾曲する支柱の外側と内側の結合部には、図5と図6の両方向の曲げモーメントが作用するためである。なお、全ての結合部で同じ条件となるよう、結合部は質量1kgのハンマーでくさびを4回たたいて打ち込むことにより結合した。

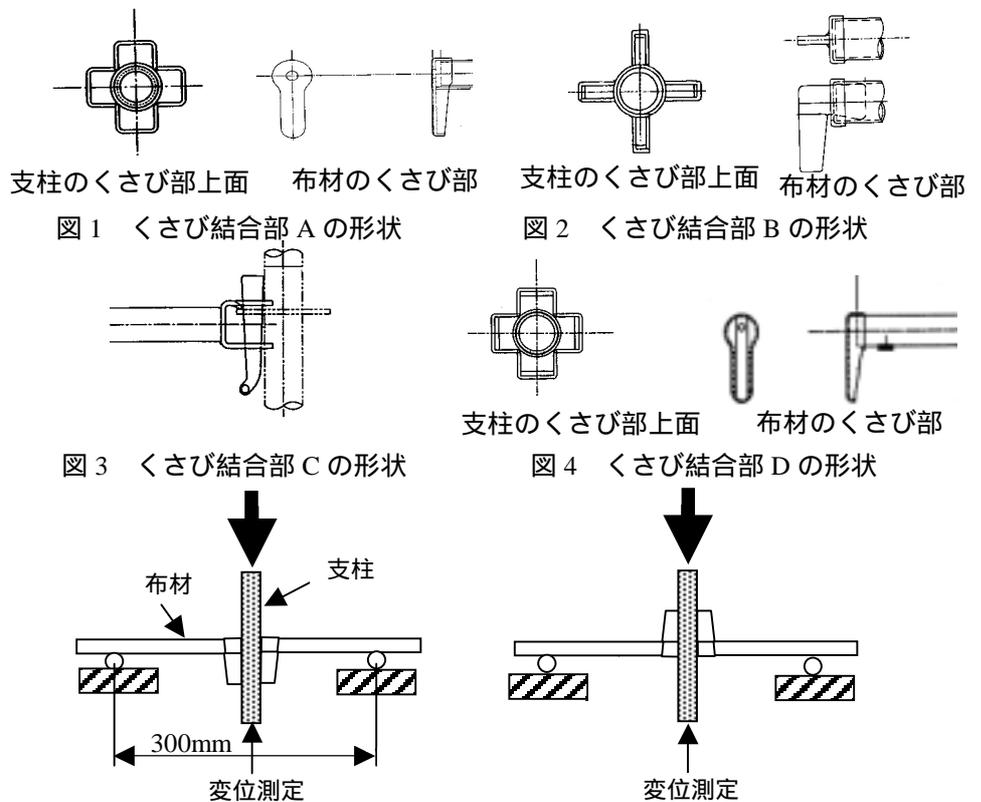


図1 くさび結合部Aの形状 図2 くさび結合部Bの形状
 図3 くさび結合部Cの形状 図4 くさび結合部Dの形状
 図5 結合部の曲げ実験（引き抜き方向） 図6 結合部の曲げ実験（打ち込み方向）

キーワード 足場、くさび、結合部、座屈強度

連絡先 〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6, TEL:0424-91-4512, FAX:0424-91-7846

2.2 実大実験

図7に示すように、支柱及び布材を使用して2層の四角塔に組み立てた足場に対し、圧縮荷重を載荷する実験を行い足場の座屈荷重を調べた。くさび式足場の場合は、製品によって1層の高さが1.8m(A,B)または1.9m(C,D)と異なるため、高さ3.6mまたは3.8mとした。

3. 解析方法

結合部の曲げ実験での供試体に、荷重Pを加えた時の全たわみ量をδ、結合部と布材のたわみ量をそれぞれδ₁、δ₂とすると、図8のようなモデル化することができる。くさび結合部の曲げ剛性はE₁I₁で表されることから、図8の関係よりE₁I₁について整理すると以下のようになる¹⁾。

$$E_1 I_1 = \frac{(\ell_1 - r)^3 + 3(\ell_1 - r)\ell_2[(\ell_1 - r) + \ell_2]}{\left(\frac{6}{P/\delta} - \frac{\ell_2^3}{E_2 I_2}\right)} \quad (1)$$

ここで、ℓ₁：くさび結合部の長さ、ℓ₂：布材の長さ、r：支柱の半径、E₂I₂：布材の曲げ剛性

式(1)のP/δは結合部の曲げ実験より得られる値である。この式(1)を用いて図7に示す実大実験の供試体を骨組みモデル化し、有限要素法によりくさび式足場の座屈荷重を解析した。

4. 実験・解析結果と考察

結合部の曲げ実験の結果、くさびの種類ごとにP/δを示すと表1ようになる。表1より、くさびの種類およびくさびの方向によりP/δが大きく異なっていた。これを、式(1)による解析値と実大実験による実験値との比較により考察するものとして、両者の結果を表2に示す。結合部に作用する曲げモーメントは、くさびの引き抜き方向と打ち込み方向同時に作用するため、表2では、P/δについて引き抜き方向と打ち込み方向の平均値を用いて解析を行った。

その結果、P/δの平均値の大小が、座屈強度の大小を概ね表すことがわかった。また、全ての場合において解析値と実験値が非常によく一致しており、P/δの平均値を用いることにより高い精度で座屈強度を解析できることが確認できた。以上のことから、本研究で実施した実験方法を用いてくさび結合部の性能を評価することにより、くさび式足場の強度をある程度推定することが可能であることがわかった。

参考文献

1) 大幢勝利, 河尻義正, 小川勝教, くさび結合部を有する型枠支保工の座屈強度 - 斜材のない半剛結合骨組みの座屈強度について -, 産業安全研究所特別研究報告, RIIS-RR-94(1995), pp.45-51, 1995.

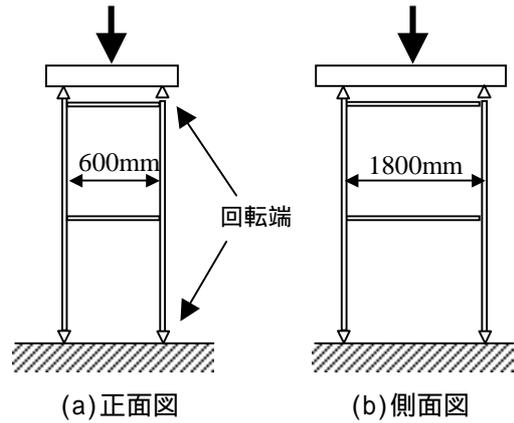


図7 実大実験の供試体

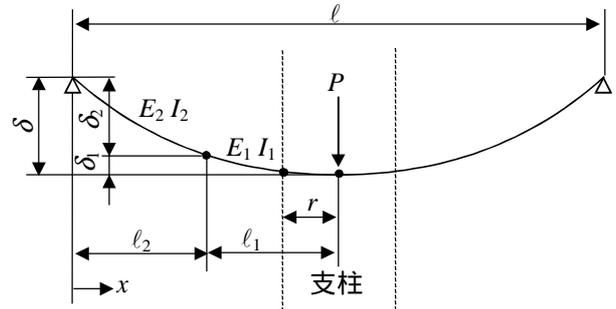


図8 曲げ実験でのくさび結合部の変形

表1 結合部の曲げ実験でのP/δ (kN/mm)

	A	B	C	D
打ち込み方向	3.328	2.741	3.942	1.789
引き抜き方向	4.071	3.815	0.820	3.250
平均	3.699	3.278	2.381	2.519

表2 座屈荷重の実験値と式(1)による解析値の比較

	A	B	C	D
実験値 (kN)	85.18	76.25	69.18	65.40
式(1)による解析値 (kN)	79.03	76.73	67.72	68.68
解析値 / 実験値 × 100 (%)	92.8	100.6	97.9	105.0