

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 1 日現在

機関番号：82629

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24510242

研究課題名(和文) 風荷重に対する墜落防護工法の安全技術に関する研究

研究課題名(英文) Study on safety technology of fall protection method to wind loads

研究代表者

高橋 弘樹 (Takahashi, Hiroki)

独立行政法人労働安全衛生総合研究所・建設安全研究グループ・主任研究員

研究者番号：90342617

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：平成21年に労働安全衛生規則が改正され、新たに墜落防止用の幅木等を足場に設置することが義務付けられたが、現行の風荷重に対する足場の設計指針は従来の足場を対象としているため、規則改正後の幅木等を設置した足場に対応しているかは不明である。本研究では、風荷重に対する規則改正後の足場の倒壊防止を目的として、規則改正後の幅木等を設置した足場を対象に流体解析と風洞実験を行い、幅木の高さ足場の風力係数の関係について検討した。研究の結果、幅木を設置した単体の足場の風力係数の値は、幅木の高さにほぼ比例することが分かった。更に、これらの結果をもとに、幅木を設置した単体の足場の風力係数の計算方法を提案した。

研究成果の概要(英文)：The Japanese Industrial Safety and Health Law was revised in March 2009. As part of this revision regulations were put in place to set the positions of guard rails and other scaffold components. Nevertheless, these provisions do not necessarily comply with the newly incorporated legal requirements because they apply to old-style scaffolds. This study examined the wind force on scaffolds by computational fluid dynamics and wind tunnel test, with baseboard height used as a parameter. From results, Wind force coefficient increased as baseboard height increased. The baseboard must be greater than or equal to 15 cm to satisfy regulation requirements. The wind force coefficient of scaffolds with a 15 cm baseboard is 1.5 times that of the scaffolds without a baseboard. In scaffold design, baseboard height should be considered to guarantee a suitable wind force coefficient. We proposed the calculation method for wind force on scaffolds with baseboards.

研究分野：社会安全

キーワード：墜落災害 わく組足場 壁つなぎ 幅木 風力係数 風洞実験 流体解析

1. 研究開始当初の背景

建設工事等で用いる足場においては、風による倒壊災害が発生しており、図1に示す災害では、強風で足場が倒壊し、一般歩行者が足場の下敷きになり被災している。

一方で、近年の建設業の労働災害の中で、最も発生件数が多いのは墜落であり、足場からの墜落に関する安全基準が再検討され、平成21年3月に労働安全衛生規則が改正された。この改正により、足場に墜落防止用の手すりや板、メッシュシートなどを新たに取付けることが義務付けられている。

足場を設置する際は、風荷重に対する足場の強度を検討する必要がある。建設現場等で利用されている風荷重に対する足場の設計指針には、足場を設置する際に計算する必要のある風力係数の計算方法等が示されている。しかし、現行の指針は従来の足場を対象としているため、規則改正後の足場に対応しているかは不明であり、規則改正後の足場を用いて安全に作業をするため、規則改正後の足場の安全性を確認する必要があると考えられる。なお本研究では、規則改正後の手すりや板、手すりわくなどを設置した足場を総称して墜落防護工法とした。



図1 風による足場の倒壊災害

2. 研究の目的

本研究では、風による規則改正後の足場の倒壊防止を目的として、風荷重に対する規則改正後の足場の強度等の基本的な性能を調べるため、幅木等を取り付けた単体の足場を対象に流体解析と風洞実験を行い、規則改正後の足場に対応した風力係数の計算方法について検討した。

3. 研究の方法

(1) 流体解析

幅木等を取り付けた単体の足場を対象に流体解析を行い、足場の風力係数と幅木の高さの関係を調べると共に、今後行う予定の風洞実験で用いる足場モデルの強度等の検討を行った。

流体解析は汎用有限体積プログラムのANSYS CFD-Floを用いた。本研究では、基本的な足場の風力について検討するため、定常解析を行った。乱流モデルは収束性が良く、

パラメータの検討に適したk-εモデルを用いた。壁面境界条件は対数則とし、風速は平均速度を計算した。

解析モデルは、建設工事で一般的に使用されているわく組足場をモデル化し、規則改正後の足場で、基本的な足場と考えられる幅木のみを取り付けた足場について解析を行った。解析モデルを図2に示す。解析モデルは、風洞実験で使用できる大きさなどを考慮して、3層1スパンの実物の1/10縮尺モデルとした。幅木は、足場の交差筋かい面(Y-Z面)の1面に取り付けた。解析のパラメータは、幅木の高さ、足場に対して風はあらゆる方向から吹く可能性があるため風向とした。幅木は高さ0~170mmの間で調節し、風向角度は図3に示すように、幅木を取り付けた面が風向と直角になる場合を0°として、0、30、60、90度の4パターンを設定した。また、風は図2に示すY-Z面の1面から10m/sの一樣流を流入した。

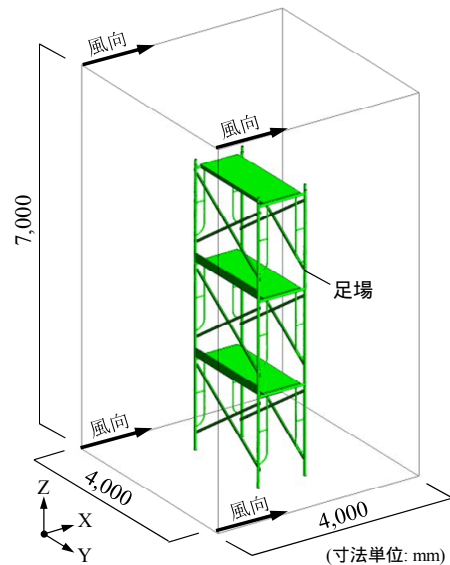


図2 解析モデル

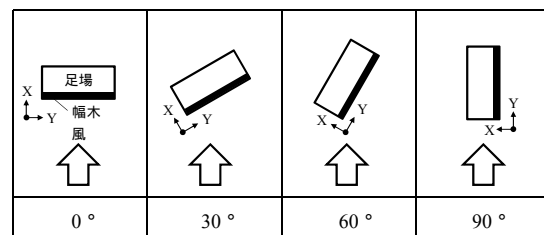


図3 解析に用いた風向角

(2) 風洞実験

幅木等を取り付けた単体の足場を対象に風洞実験を行い、足場の風力係数と幅木の高さの関係を調べ、規則改正後の足場に対応した風力係数の計算方法について検討した。

風洞実験は独立行政法人労働安全衛生総合研究所の閉鎖回流式風洞装置を用いて行った。風力測定装置と足場モデルの設置概要を図4に示す。試験体(模型)は風力天秤の上に剛接して、模型部分のみが風洞床面から出

るように設置した。模型は、建設工事で一般的に使用されているわく組足場とし、規則改正後の足場の中で、基本的な足場と考えられる幅木のみを取り付けた足場について実験を行った。模型の縮尺は、天秤に設置できる大きさと重量を考慮して、1/10とした。実験に用いた模型を図5に示す。実験のパラメータは幅木の高さや風向とした。幅木は高さ0~170mmの間で調節し、風向角度は幅木を取り付けた面が風向と直角になる場合を0°として、図3に示すように、0、30、60、90度の4パターンを設定した。

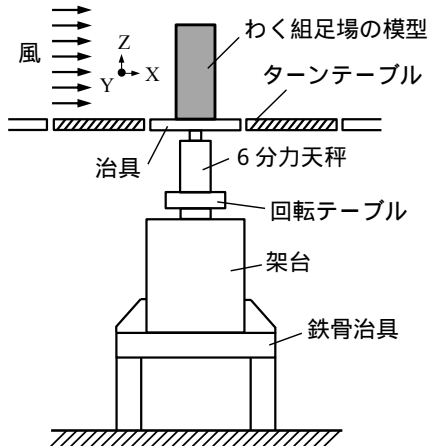


図4 風力測定装置と足場模型の設置概要

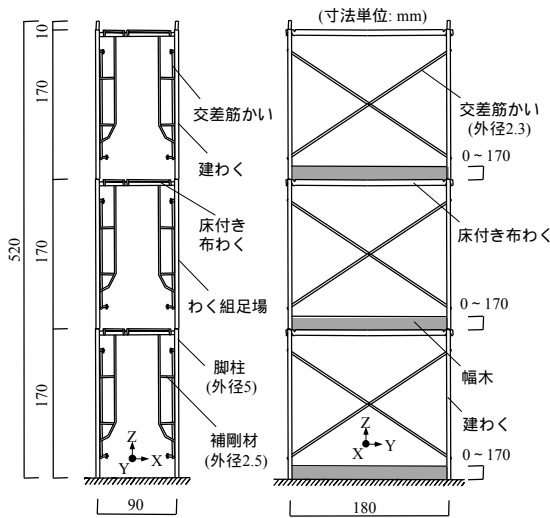


図5 実験に用いた足場

(3) 壁つなぎを設置した場合の検討

実際の建設現場で足場の倒壊防止等に用いられている壁つなぎと呼ばれる足場と構造物を連結する部材を設置した足場を対象に風洞実験を行い、足場に壁つなぎを設置した場合の風力係数と幅木の高さの関係について検討した。

風洞実験は(独)労働安全衛生総合研究所の閉鎖回流式風洞装置を用いて行った。この風洞内に3.(2)章の風洞実験で用いた足場模型を固定しないで置き、建物を模擬した構造物を足場に隣接して設置した。実験に用

いた足場模型等の設置状況を図6に示す。構造物にロードセルを取り付け、4個の壁つなぎにより足場とロードセルを連結して、このロードセルにより足場が受ける風荷重を測定した。

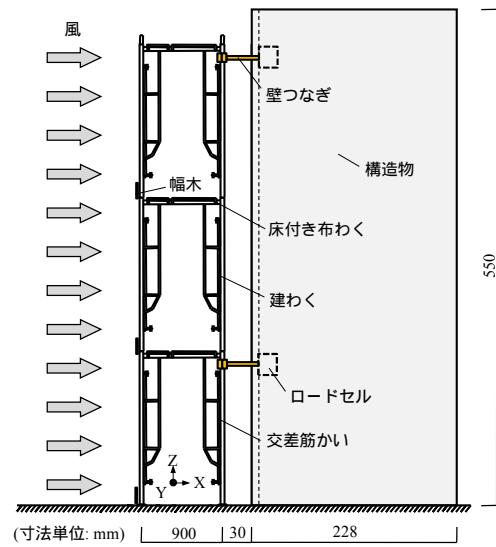


図6 実験に用いた足場の設置状況

4. 研究成果

(1) 流体解析

流体解析の結果、今回行った風向角の中で、幅木を取り付けた面が風向と直角になる場合の風力係数が最も高い値となった。幅木のない足場の風力係数は0.2程度であり、足場の風力係数は幅木の高さにほぼ比例して高い値となった。解析の結果より、風洞実験に用いる足場の模型は、鋼材で作成することで、風速10m/sの一樣流の風荷重に対して倒壊等しない強度があることが分かった。

(2) 風洞実験

風洞実験の結果を図7に示す。図の縦軸は足場の風力係数であり、横軸は幅木の長さである。今回行った風向角の中で、幅木を取り付けた面が風向と直角になる場合の風力係数が最も高い値となり、角度が高くなるほど足場の風力係数の値が小さくなった。また、足場の風力係数は幅木の高さにほぼ比例して高い値となった。

労働安全衛生規則では、幅木の高さを15cm以上にするこことされており、この高さに相当する幅木の長さが15mmの風向角0°の足場の風力係数は、幅木のない足場の風力係数に比べて約1.46倍の値になった。規則に沿った高さ15cmの幅木を設置した足場は、幅木がない足場に比べて、1.5倍程度の風力係数を見込む必要があると考えられる。

今回行った風向角の中で、風向角0°の足場の風力係数の値が最も高かったことから、幅木を設置した足場の風力係数の計算方法は、風向角0°について検討した。本研究で提案した幅木を設置した足場の風力係数の計算方法を図7に示す。本研究で提案し

た計算方法の値は、実験の風向角 0° の値とよく対応しており、本研究で提案する計算方法により、幅木の高さをパラメータとした足場の風力係数が計算できると考えられる。

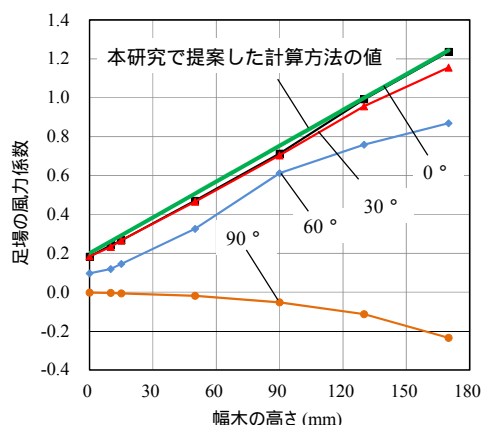


図7 足場の風力係数と幅木の高さの関係

(3) 壁つなぎを設置した場合の検討

足場に壁つなぎを設置した場合の風洞実験の結果、壁つなぎを付けた足場の風力係数と幅木の高さの関係は、足場単体の場合のように比例ではなく、幅木の高さが高いほど急勾配になった。これは、足場の風下にある構造物の影響で、足場に負圧(風向と逆方向の力)が作用したためと考えられる。構造物による足場が受ける負圧には、足場と構造物との距離や風向等も影響すると考えられ、足場と隣接する構造物との関係について更に検討する必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

高橋弘樹、大幢勝利、高梨成次、足場の墜落防護工法を考慮した風力算定方法の基礎的研究、土木学会論文集 F6 (安全問題) 査読有、Vol. 69(2013)、No. 2、2014、pp. I_153- I_158
DOI: http://doi.org/10.2208/jscejsp.69.I_153

〔学会発表〕(計7件)

高橋弘樹、大幢勝利、北條哲男、幅木の高さをパラメータとした足場の風力風洞実験(壁つなぎを設置した場合の検討)土木学会第70回年次学術講演会講演概要集、2015年9月、岡山大学津島キャンパス(岡山県岡山市)(掲載決定)

Hiroki Takahashi, Katsutoshi Ohdo and Seiji Takanashi, Wind Tunnel Test for Calculating Wind Forces on Scaffolds with Baseboard Height as a Parameter, The Second Australasia and South-East Asia Structural Engineering and Construction Conference (ASEA-SEC-2),

2014.11.5, Sustainable Solutions in Structural Engineering and Construction (Research Publishing), 2014.11.5, Bangkok (Thailand), pp. 315-320

高橋弘樹、大幢勝利、北條哲男、幅木の高さと建わくの枠幅をパラメータとした足場の風力風洞実験、土木学会第69回年次学術講演会講演概要集、2014.9.10、大阪大学豊中キャンパス(大阪府豊中市)、VI-532、pp.1063-1064

高橋弘樹、大幢勝利、高梨成次、北條哲男、幅木の高さをパラメータとした足場の風力に関する風洞実験、安全工学シンポジウム2014講演予稿集、建築会館(東京都港区)、p2014.7.10、p.268-269

Hiroki Takahashi, Katsutoshi Ohdo and Seiji Takanashi, Computational Fluid Dynamics for Calculating the Wind Force on Scaffolds with the Height of the Baseboard as a Parameter, Asia Pacific Symposium on Safety 2013(APSS2013)-Paper Proceedings (Website), 2013.10.18, Singapore (Singapore), C2-05

高橋弘樹、大幢勝利、高梨成次、幅木の高さをパラメータとした足場の風力風洞実験、土木学会第68回年次学術講演会講演概要集、2013.9.4、日本大学生産工学部津田沼キャンパス(千葉県習志野市)、VI-272、pp.543-544

高橋弘樹、大幢勝利、高梨成次、幅木の高さをパラメータとした足場の風力に関する流体解析、安全工学シンポジウム2013講演予稿集、2013.7.5、pp.408-409

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 弘樹 (TAKAHASHI, Hiroki)
独立行政法人労働安全衛生総合研究所・建設安全研究グループ・主任研究員
研究者番号: 90342617

(2) 研究分担者

大幢 勝利 (OHDO, Katsutoshi)
独立行政法人労働安全衛生総合研究所・災害調査分析センター・センター長
研究者番号: 50358420

高梨 成次 (TAKANASHI, Seiji)
独立行政法人労働安全衛生総合研究所・建設安全研究グループ・上席研究員
研究者番号: 60358421