

平成 30 年 4 月 13 日現在

機関番号：82629

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01238

研究課題名(和文) 風荷重に対する建物に隣接した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 technique to wind force of scaffolds with fall prevention method at building

研究代表者

高橋 弘樹 (Takahashi, Hiroki)

独立行政法人労働者健康安全機構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：90342617

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：風洞実験により構造物に併設された足場の風力係数に及ぼす幅木の高さの影響を検討した。構造物の風上側に足場を併設した場合の足場の風力と幅木の高さの関係は、幅木の高さが高くなるほど急勾配になった。これらの結果を参考にして、構造物の風上側に足場を併設した場合の足場の風力の補正係数を提案した。また、構造物の風上側の隅角部付近に足場を設置すると、構造物の隅角部で発生する剥離流の影響により、足場の風力が大きくなることが分かった。構造物の風下側に足場を併設した場合の足場の風力は、足場単体の風力よりも小さかったので、足場単体の場合の足場の風力係数を計算しておけば、安全側の設計になると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The wind force acting on scaffolds equipped with baseboards was investigated by wind tunnel testing. On the scaffolds at the windward side of the tested building, the plot of the relationship between the wind force and the baseboard height reflected a steep curve as the baseboard height increased. From the results, we suggested the correction factor of the wind force of the scaffolds with baseboards at the windward side of the building. When the scaffolds set at wind ward side of building, the wind force of scaffolds is high because the separated flow acted on the scaffolds near the building edge. The wind force of the scaffolds put at leeward side of building is lower than that of the scaffolds only. In the construction site, using the wind force of the scaffolds only is to become a safety design.

研究分野：建設安全

キーワード：労働災害 墜落防止 わく組足場 幅木 風力 併設建物 風洞実験

### 1. 研究開始当初の背景

近年の建設業の労働災害において、最も災害件数が多いのは墜落である。特に足場からの墜落件数が多いことから、足場からの墜落防止対策を強化するため、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幅木(物の落下防止用の板材)、メッシュシートなどを新たに設置することが義務付けられた。ここで本研究では、規則改正後の手すりや幅木、メッシュシートなどを設置した足場を総称して墜落防護工法とした。

一方で、建設工事等で用いられている足場は風の影響を受けやすく、強風により足場が倒壊する災害が発生している。図 1 に示すのは、強風で足場が倒壊した災害の様子であり、一般歩行者が足場の下敷きになっている。

建設現場等では、強風による足場の倒壊を防止するため、足場を設置する際に、風荷重に対する足場の強度を検討する必要がある。建設現場等で使われている風荷重に対する足場の設計指針には、足場を設置する際の足場の強度に関する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る。規則改正後の足場を用いて安全に作業をするためには、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。



図 1 風による足場の倒壊災害

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、強風による規則改正後の足場の倒壊防止のため、規則改正後の足場に作用する風力を検討することである。本研究では、規則改正後の足場の中から幅木を設置した足場の風力について検討した。

平成 24~26 年度に行った研究では、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、主に風洞実験により、幅木等を設置した単体の足場を対象にして、足場に作用する風力を検討した。これらの結果より、足場単体の場合は、幅木の高さと風力の関係が比例になることが分かった。

一方で、足場は建物に併設されて使用されることが多い。そこで、平成 27~29 年度に行った本研究では、建物に併設された規則改正後の足場に作用する風力について検討した。

### 3. 研究の方法

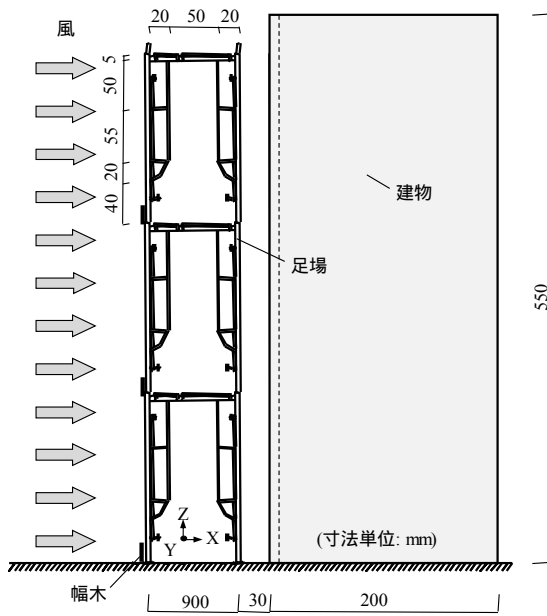
風洞実験により、建物に併設された足場における足場の風力と幅木の高さの関係を検討した。風洞実験は労働安全衛生総合研究所の閉鎖回流式風洞装置を用いて行った。風洞実験の様子を図 2 に示す。



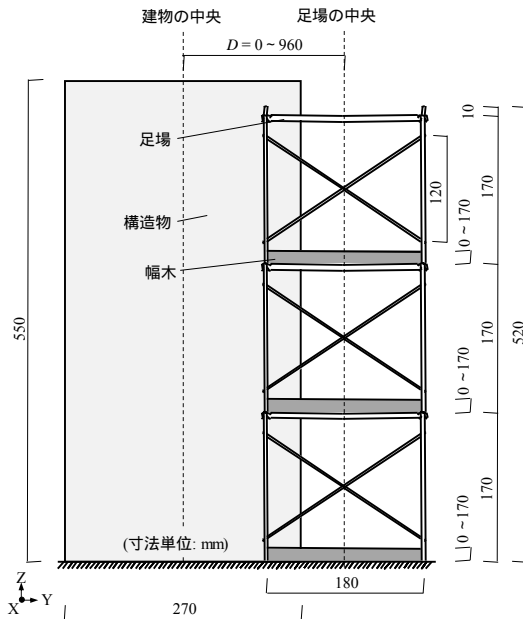
図 2 風洞実験の様子

実験は足場と建物の模型を用いて行った。実験に用いた足場と建物の模型の寸法と設置状況を図 3 と図 4 に示す。実験に用いた足場は、建設工事で一般的に用いられている枠幅 900mm のわく組足場である。模型の縮尺は 1/10 であり、足場は風力の計測装置にのる大きさ等を考慮して 3 層 1 スパンとした。幅木は足場の 1~3 層の交差筋かい面(Y-Z 面)の 1 面に設置した。足場は交差筋かい面(Y-Z 面)を風向と直角方向に設置し、建物に足場を併設した。実験では、図 3 に示すように建物の風上側に足場を併設した場合と、図 4 に示すように建物の風下側に足場を併設した場合について検討した。

足場に作用する風力は、図 5 に示すように風洞床面下に設置された 6 分力天秤に足場を固定して計測した。風速は、図 2 に示すように天井から 550mm の位置に設置したピトー管により計測し、風速 10m/s の一様流となるように設定した。建物の脚柱の直径(4.3mm)を物体の代表長さとしてレイノルズ数を計算すると、 $2.89 \times 10^3$  となる。このレイノルズ数の値における円柱周りの風の流れは、層流から乱流への遷移領域になり、実際の建設現場等とほぼ同じ風の流れになる。実験は、図 3 と図 4 に示す足場の中央と建物の中央の間隔  $D$  と幅木の高さをパラメータとして行った。足場の中央と建物の中央の間隔  $D$  は 0~960mm とし、幅木の高さは 0~170mm とした。



(a) 足場の粹面 (X - Z 面)



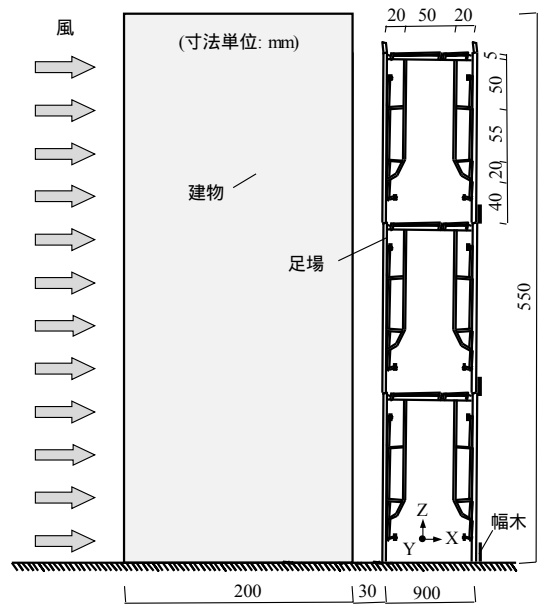
(b) 交差筋かい面 (Y - Z 面)

図3 実験に用いた足場と建物  
(建物の風上側に足場を併設した場合)

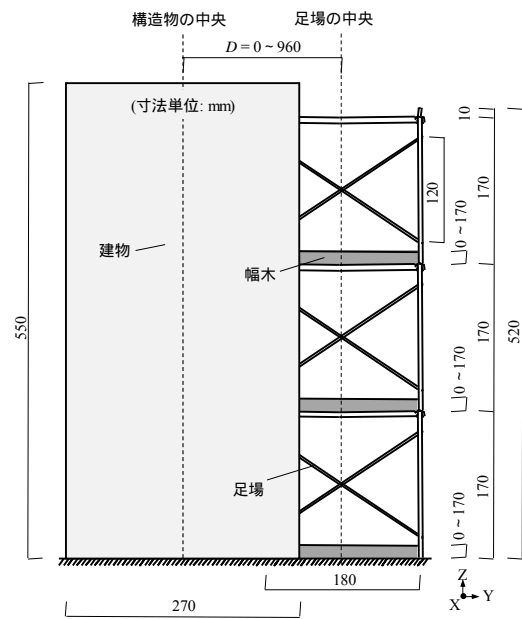
#### 4. 研究成果

風洞実験の結果より、建物に併設された足場の風力に及ぼす幅木の高さの影響を検討した。

足場単体の場合の足場の風力と幅木の高さの関係は比例であったが、建物の風上側に足場を併設した場合の足場の風力と幅木の高さの関係は、幅木の高さが高くなるほど急勾配になった。これらの結果を参考にして、建物の風上側に足場を併設した場合の足場の風力の補正係数を提案した。また、建物の風上側に足場を併設した場合は、建物の隅角部付近に足場を設置すると、建物の隅角部で



(a) 足場の粹面 (X - Z 面)



(b) 交差筋かい面 (Y - Z 面)

図4 実験に用いた足場と建物  
(建物の風下側に足場を併設した場合)

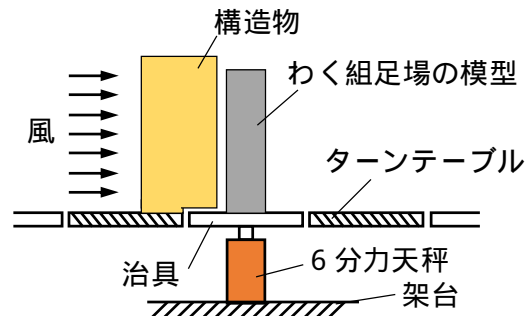


図5 6分力天秤に設置された足場

発生する剥離流の影響により、足場の風力が大きくなることが分かった。

建物の風下側に足場を併設した場合の足場の風力は、足場単体の風力よりも小さかった。実際の建設現場等で足場を設置する場合は、足場単体の場合の足場の風力を計算しておけば、安全側の設計になると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

高橋弘樹、足場からの墜落防止措置の充実と安全性の向上、労働安全衛生研究、資料、Vol. 11, No. 1, pp. 61-65(2018), 2018.2. 査読有。

〔学会発表〕(計10件)

Hiroki Takahashi, Katsutoshi Ohdo and Kazuo Ohgaki, Examination of measurement methods for wind force of scaffolds at windward side of building, Asia Pacific Symposium on Safety 2017(APSS2017), Paper Proceedings (Website), Japan Society for Safety Engineering, Kitakyushu International Conference Center, Kokura, Kitayushu in Japan, SD1-02, 2017.11.

高橋弘樹、規則改正に対応した足場の安全技術に関する研究、第76回全国産業安全衛生大会研究発表集、pp.603-605、2017.11.

高橋弘樹、大幢勝利、大垣賀津雄、構造物に併設された足場の風力に及ぼす幅木の高さの影響 その3 剥離流の影響に関する検討、土木学会第72回年次学術講演会講演概要集、VI-790、pp.1579-1580、2017.9.

Hiroki Takahashi, Katsutoshi Ohdo and Kazuo Ohgaki, Influence of Baseboard Height on Wind Force of Scaffolds at Building Edge, The Ninth International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC-9), Resilient Structures and Sustainable Construction (Research Publishing), ISCE Press, Valencia in Spain, CD-ROM, 2017.7.

高橋弘樹、大幢勝利、建物に近接された足場の風力実験、安全工学シンポジウム2017講演予稿集、pp.398-399、2017.7.

青木瑞季、高橋弘樹、大幢勝利、大垣賀津雄、構造物に併設された足場の風力に及ぼす幅木の高さの影響 その1 風力の

測定方法に関する検討、土木学会第71回年次学術講演会講演概要集、VI-227、pp.453-454、2016.9.

高橋弘樹、大青木瑞季、大幢勝利、大垣賀津雄、構造物に併設された足場の風力に及ぼす幅木の高さの影響 その2 構造物と足場の間隔と布わくの影響に関する検討、土木学会第71回年次学術講演会講演概要集、VI-227、pp.455-456、2016.9.

Hiroki Takahashi and Katsutoshi Ohdo, Wind Tunnel Test of Scaffolds with Wall Connecters with Baseboard Height as Parameter, The First European and Mediterranean Structural Engineering and Construction Conference (EURO-MED-SEC-1), Interaction between Theory and Practice in Civil Engineering and Construction, ISCE Press, Istanbul in Turkey, pp. 519-524, 2016.5.24-29.

Hiroki Takahashi and Katsutoshi Ohdo, Wind Tunnel Test on Scaffolds with Frame Width as Parameter, The Fourteenth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-14), The Fourteenth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction Proceedings, pp. 1355-1360 (CD-ROM), 2016.1.

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、VI-415、pp.829-830、2015.9.

〔その他〕

ホームページ

高橋弘樹、幅木を取り付けた足場に作用する風力の検討、安衛研ニュース、No.97、2016.12.2、  
[https://www.jniosh.go.jp/publication/mail\\_mag/2016/97-column-1.html](https://www.jniosh.go.jp/publication/mail_mag/2016/97-column-1.html)

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

高橋 弘樹 (TAKAHASHI, Hiroki)  
独立行政法人労働者健康安全機構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：90342617

(2)研究分担者

大幢 勝利 (OHDO, Katsutoshi)

独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・研究推進国際センター・センター長  
研究者番号：50358420

(3)研究分担者

大垣 賀津雄 (OHGAKI, Katsuo)  
ものづくり大学・技能工学学部建設学科・教授  
研究者番号：80740943