

7. 施工誤差が足場の力学的特性に及ぼす影響

高梨成次, 大幢勝利

Influence of Construction Error on The Mechanical Characteristics of Scaffold

by Seiji Takanashi and Katsutoshi Ohdo

Abstract; The number of work accidents involving the construction industry as a proportion of all work accidents is relatively high, with many such accidents related to the temporary structures, in particular those occurring annually due to the collapse of scaffolding. In general, scaffolds are used for relatively short periods of time. Therefore, it is a structure which can be dismantled very easily. Moreover, the scaffold cannot resist horizontal loads like wind forces to which it is exposed, meaning the ties have to resist them. When such scaffolds are exposed to strong wind, the stress of the ties was measured using an experiment. Scaffold under various conditions was used for this experiment, with the purpose of the research to compare the test and the calculation results respectively. The loading tests using the actuator, meanwhile, were performed indoors. Moreover, when the scaffold constructed outdoors was attacked by strong winds, the wind force and the behavior of the scaffold were observed. During the indoor experiment, the influence exerted by the specific arrangement of the scaffold board on the axial force of the tie was examined. The load was found to be concentrated on other ties when scaffold boards adjacent to the tie were removed, with a consequent increase in the risk of damage to such specific ties increases. In addition, the influence of any construction errors which were present and exerting force on nearby ties was examined. As a result, the axial forces of ties near that with a construction error were found to be remarkably increased. The experimental and calculation results of the axial force of the tie were compared, using general methods of calculation. The experimental results when a construction error was discovered in a specific tie were 1.5 times the calculation result, representing a construction error within the tolerable range. However, a safe design cannot be established based on these calculation results. Therefore, when the construction error is confirmed, correct construction must be repeated or measures such as increasing ties become necessary. The results by the outdoor test were similar to the results of the indoor test. Even if the scaffold is not exposed to strong winds, in the event of substandard construction, considerable initial axial forces may be generated in the tie. An axial force of 57% of the allowable strength of tie was generated by the construction test. Moreover, the axial force exceeded the allowable strength of tie during the construction test. The worker should perform corrective work.

Keywords; Tie, Wind force, Construction error, Progressive collapse

1. はじめに

建設業における労働災害は、全産業における労働災害に占める割合が高く、その中には仮設構造物に関係する災害が多く含まれている。特に足場に関しては、墜落災害はもとより、足場自体の倒壊災害も発生している。足場等の仮設構造物は一般に使用期間が短く、解体することが前提であるため、安全対策が安易になりがちである。本報では、強風下における足場の力学的安全性について実験的に検討し、その結果と、現在一般的に行われている設計法による計算値を比較検討した。

2. 足場の概要

足場には、枠組足場、単管足場、丸太足場、一側足場等、多くの形式がある。また、それぞれをさらに細分化できる程、多種多様な足場が存在する。その全てについて検討することは困難であるため、標準的な枠組足場を用いて検討を行った。今回用いた枠組足場に限らず、ほとんど全ての足場は、力学的な一体性に乏しい。枠組足場の組み立て例を**Photo1**に示す。実験に使用した足場は、標準枠(幅900mm、高さ1700mm)である。隣接する建わく間は、交差筋かい及び床付き布わくで連結し、上下方向にはアームロックで連結した。足場は、使用期間が短く、解体することが前提であるため、ボルト等を用いずに組み立てることができる構造となっている。その、ほとんどは穴にピンを挿すだけ、あるいは爪を引っ掛けるだけという非常に簡単な接合方法がとられており、風等の水平力に対抗することは困難である。そのため、**Photo2**に示す補強材によって、足場と剛強な構造物を結合することによって足場全体としての安定性を確保している。取り付け方法は、足場の建わくと剛強な構造物との距離に合わせるため、補強材の長さ調整パイプでその全長を調整し、剛強な構造物に設置されたアンカーに固定用ボルトを固定し、クランプで建わくと連結するという方法が一般的である。

3. 実験概要

足場の倒壊災害の多くは補強材の損傷に起因するものと考えられる。しかしながら、補強材を含めた足場は、仮設工業会の「風荷重に対する安全技術指針」¹⁾で規定された方法によって、強度計算がなされている。補強材が損傷する原因の一つに、補強材の施工誤差が考えられる。補強材の施工誤差によって、補強材に発生する軸力が設計時に想定した軸力を上回り、さらにその軸力が補強材の耐力を上回るために、補強材

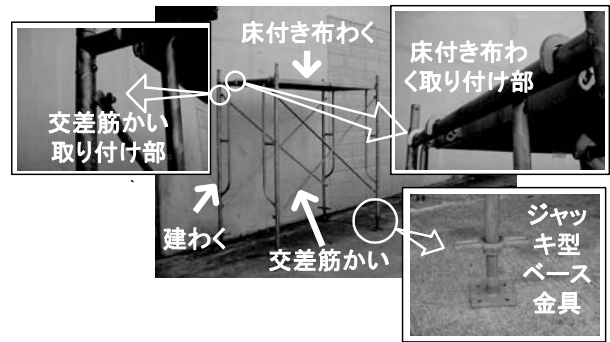


Photo1 Example of assembling scaffolding

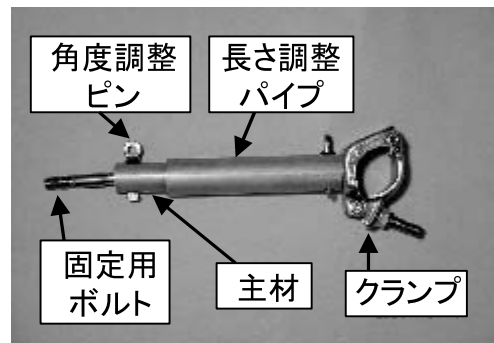


Photo2 Tie

が損傷を受けることがあると推測される。そのような現象が起きる原因を解明する目的で、次の4種類の実験を実施した。

- 1) 床つき布わくによる荷重伝達特性を調べる実験。
 - 2) 補強材の施工誤差が補強材の軸力に及ぼす影響を調べる実験。
 - 3) 同一条件下における、足場の力学的特性のばらつきを調べる実験。
 - 4) 補強材に発生する初期軸力の大きさを調べる実験。
- これらの実験を実行するために、**Photo1**で示した枠組足場を5層4スパンで組み立てた。また、補強材には**Photo2**で示した専用の壁つなぎ用金具を用い、約430mmの長さで使用した。

4. 床つき布わくによる荷重伝達特性

試験体及び載荷条件の概念図を**Fig.1**に示す。補強材は**Fig.1**に示したように配置し、水平度及び足場との垂直度に留意して取り付けした。外力は、B列とD列の頂部の2点にのみ載荷した。最大荷重は、加力装置の性能を考慮し、3.8kNとした。実験の変動因子は、補強材及び床付き布わくの有無とし、**Table1**に示した4種

類の条件とした。

ここでは、実験Aを基本と考える。その他の実験は、ある風荷重下において、実験Aの状態にある足場の補強材C4が座屈等の損傷を受け、軸力を保持できなくなった状態を想定したものである。実験C,Dは資材の搬入等の理由により、床つき布わくを撤去した状態を想定したものである。

各実験において載荷後は、その都度、補強材の残留軸力を解放し、全ての補強材に初期軸力が無いことを確認し、再加力を行なった。一般に、部材に残留応力が残る場合には、部材の塑性変形等が考えられるが、足場は結合された部材間にギャップ等が存在するため、その結合力も不規則である。そのため、足場が加力されると部材間の結合力の強さが部位によって変化し、残留応力が発生する。当然、補強材以外の部材にも残留応力は存在するが、全ての部材から残留応力を開放することは困難なので補強材の残留応力のみを開放した。

Fig.2に実験で補強材に発生した軸力を比較して示す。実験Bは、実験Aで補強材C4が負担していた軸力を補強材A4,E4,C2で負担しており、実験Aに比べ、軸力がそれぞれ935N、760N、590N増加している。これは、補強材C4で負担すべき軸力が、床つき布わくを介してA4とE4に、建わくを介してC2に分配されたことによる。実験Aでは、補強材C2は、殆ど軸力を負担していなかったため、実験Bに対する軸力の増加率を検討することは無意味であるが、補強材A4,E4においては、両者とも約2倍の軸力を負担する結果となった。実験Aにおいて、A4,E4はC4の36%の軸力しか負担していないが、風荷重下においては、本実験の様に頂部2点の載荷ではなく、Fig.1のA列からE列の1段から5段まで荷重が作用する。さらに、より多層、多スパンになれば、補強材A4,E4はC4と同等の軸力を負担することになる。その状態で、C4が座屈等の損傷を受ければ、補強材A4,E4が負担する軸力が、さらに大きくなり、それらの補強材が連鎖反動的に座屈等の損傷を受けることが推測される。その結果として、足場全体としての安定性を確保ができなくなり、足場の倒壊災害が発生するものと考えられる。

実験C、Dで補強材に発生した軸力を比較すると、実験Cに比べ実験Dでは、補強材A4の軸力が著しく小さくなっている。これに対し、補強材E4,C2の軸力は、それぞれ520N、514N増加しており、増加率はそれぞれ約150%、140%である。実験Cでは、荷重P1は、床つき布わく β を介して補強材A4に到達しているが、実験Dでは、床つき布わく β が存在しないため、主に補強材E4とC2に振り分けられたものと考えられる。このよ

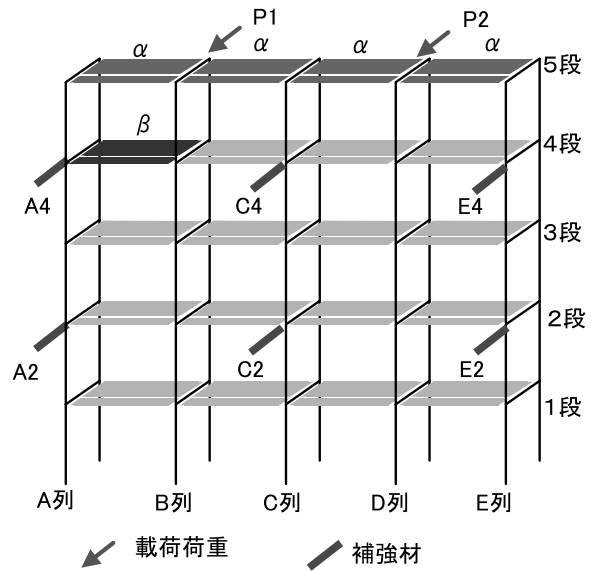


Fig.1 Scaffolding and Loading model

Table1 Parameters of the Tests

実験条件	補強材						床つき布わく	
	A2	C2	E2	A4	C4	E4	α	β
A	○	○	○	○	○	○	○	○
B	○	○	○	○	×	○	○	○
C	○	○	○	○	×	○	×	○
D	○	○	○	○	×	○	×	×

○:使用 ×:不使用

うに、床つき布わくを撤去することによって、力の伝達経路が変化し、特定の補強材に応力が集中する可能性があることが分かる。そのため、設計時には補強材の配置だけでなく、床つき布わくの配置にも十分に配慮する必要がある。特に、補強材の周辺で床つき布わくを設置できない場合には、その周辺の補強材を密にする等の対策を講じる必要がある。

実験BとCを比較すると、実験Cでは、補強材A4,E4で実験Bの約70%の軸力しか負担していない。これに対し、補強材C2の軸力では、約2倍の軸力を負担している。この原因についても、応力の伝達経路で考えることができる。実験Bでは、荷重P1は5段目のA列とB列間の床つき布わくを介してA列に達し、さらに建わくを介して補強材A4に達する経路と、荷重P1が直下の建わくを介し、B列4段目に達し、床つき布わく β を介して補強材A4に達する経路がある。荷重P2についても

同様に考えられる。これに対し、実験Cでは、荷重P1は、直下の建わくを介しB列4段目に達した後、左右の床付き布わく及び直下の建わくに、せん断力として振り分けられる。振り分けられたせん断力の約50%が補強材A4の軸力になっている。このように考えれば、B列4段目に到達する力は、実験Bよりも実験Cの方が大きくなることになり、実験結果と合致している。本例の場合、せん断力の振り分け率は、床付き布わく：建わくは、0.6：0.4～0.7：0.3となった。

本実験では、载荷条件が特異であり、足場が小規模であったため、全ての実験条件において、補強材A2,E2は、他の補強材に比べ、非常に小さい軸力しか負担していない結果となった。この原因として、補強材の遊びが考えられる。Fig.3に実験Cにおける補強材A2,C2の軸力と軸変形の関係を示す。補強材A2においては、変形が0.3mmから-1.2mmの間で推移しており、軸力を殆ど負担していないのに対し、補強材C2では、変形が-1mm以内では、軸力を負担していないが、それを超える変形に対しては、ほぼ線形的に軸力が増大している。この様に軸力を負担しないで変形のみが進行する領域が補強材の遊びであり、ある程度の変形が無いと補強材として機能しないことが分かる。

5. 補強材の施工誤差が補強材に及ぼす影響

補強材の施工誤差が補強材の軸力に及ぼす影響を調べるための実験における加力は、Fig.4に示す通り、風荷重を考慮して3段、5段の各列とした。また、足場に作用する風荷重は、端部よりも中央部の方が大きいことから、Fig.5に示すように、ばね剛性の異なる荷重分配用圧縮ばねを配し、荷重を分配した。風荷重は再現期間1年を想定し、風速14m/sとして算定した風荷重に基づき加力した。Fig.5に示したロードセルで計測された入力荷重をFig.6に示す。

補強材は全部で6箇所配置したが、施工誤差が無い場合の補強材の設置角度を0度とし、施工誤差を与えた場合の設置角度は15度とした。ここで、設置角度の定義は、本報告書6「施工誤差が補強材の力学的特性に及ぼす影響」を参照。

施工誤差を与えた補強材は、C4,E4,C2である。ただし、施工誤差の影響を明確にするために、それぞれ独立して施工誤差を与えた。

実験は、全ての補強材に施工誤差が無い場合の実験と特定の補強材に施工誤差がある場合の実験を3回ずつ交互に繰り返した。施工誤差がある場合の実験結果の評価は、直前に行った施工誤差がない場合の実験結果と比較して行った。

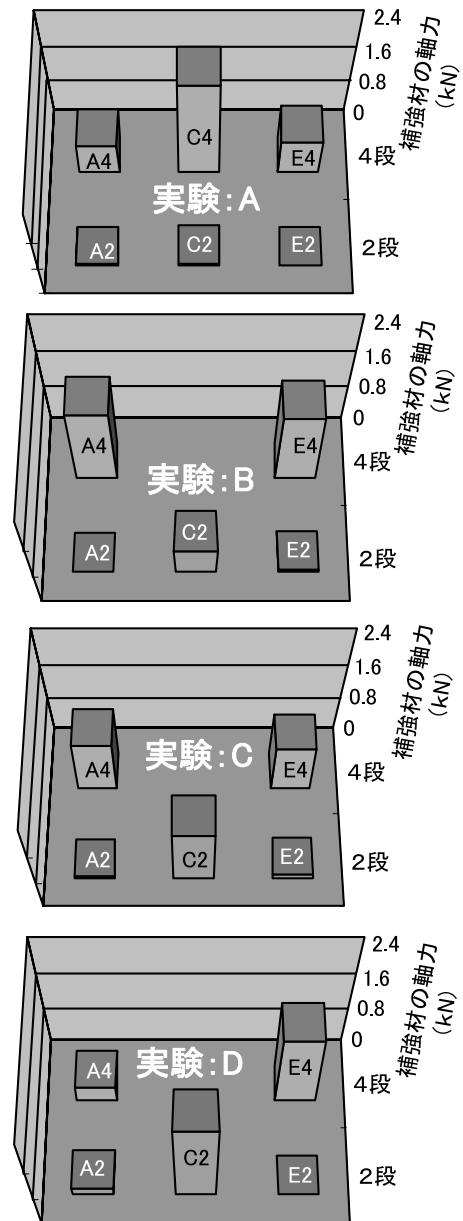


Fig.2 Maximum Axial Force of Ties

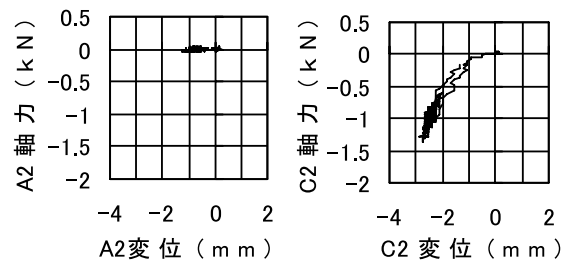


Fig.3 Axial Force-deformation relationship

Fig.7に補強材の軸力を示す。施工誤差がない場合の実験は、合計9回行なったが、最も大きな軸力を負担した補強材C4の軸力には最大2%の差異しか発生しなかった。これに対し、施工誤差がある状態での実験では、同一条件での実験であっても、補強材に発生する軸力の再現性は乏しかった。そこで、以降では同条件の実験において、最も不利側となった実験結果で評価する。

補強材E4に施工誤差がある場合には、施工誤差がない場合と比べ、E4に隣接するC4の軸力が1.2倍になった。これは、E4が有効に機能していないため、E4が負担すべき軸力の28%をC4が余計に負担しているためである。また、施工誤差により、荷重方向に対する剛性が低下しているE4の軸力も1.2倍になった。しかしながら、その他の補強材、脚部の水平反力及び外力から評価すると、荷重方向に対する有効な軸力はその内の40%であり、実質的な性能は、低下していることが分かる。このように有効ではない軸力が増加した原因として、次のことが考えられる。E4の施工誤差は、仮想建物側の固定位置をD列方向に水平移動したものである。これに対し、外力には、C4とE2を結ぶ線を回転軸としてE列4段目を下方、D列側へ移動させる作用がある。そのため、施工誤差によって、荷重方向に対する剛性が低下したにもかかわらず、軸力が増加したものと考えられる。この現象は、足場の端部だからこそ起きた現象であり、足場の中央のC4,C2に施工誤差がある場合の実験では、施工誤差がある補強材の軸力が、増大することは無かった。

補強材C4に施工誤差がある場合には、施工誤差が無い場合に比べ、C4に隣接するA4の軸力は低下しているが、反対側のE4では、軸力が増加しており、C4が有効に負担すべき軸力の約9%を余計に負担している。足場及び荷重が対称であるにもかかわらず、補強座の軸力は非対称になっている。このような、施工誤差がある補強材の両側に及ぼす影響の違いは、床付き布わくの結合力の不均衡性によるものと考えられる。また、施工誤差があるC4の直下に配された補強材C2の軸力は、施工誤差がない場合の1.8倍になった。これは、C4が負担すべき軸力の24%をC2が余計に負担していることになる。

壁つなぎ材C2に施工誤差がある場合には、C4の軸力は、施工誤差がない場合の1.3倍になった。軸力の増加分は、C2が負担すべき軸力の93%に及んでいる。この場合には施工誤差があるC2が、荷重を負担できなくなり、その分の軸力がC4に移行したとする考え方では不十分である。

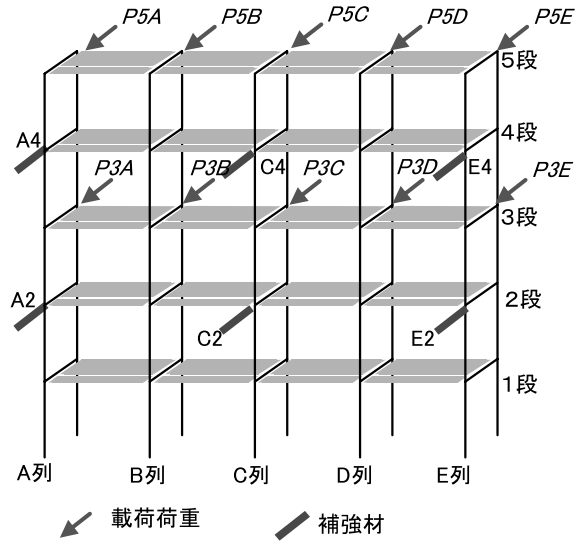


Fig.4 Scaffolding and Loading model

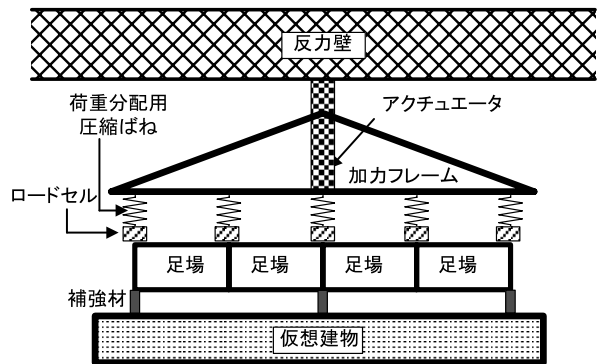


Fig.5 Loading System

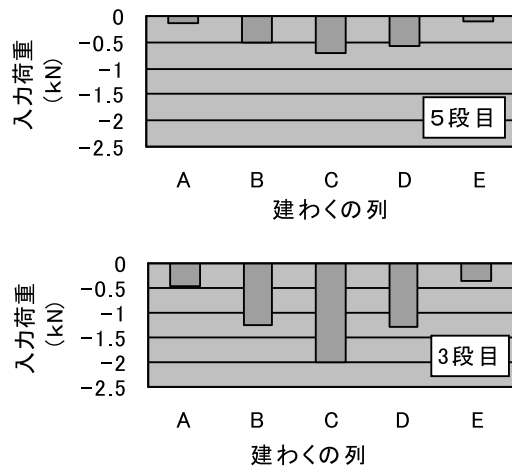


Fig.6 Input Load

補強材の設計を行なう場合には、設計風速に基づいて、設計風圧を算定し、Fig.8に示すようなモデルによって、補強材に発生する軸力を推定することが一般的である。同図から、最上段の補強材と他の補強材で計算方法が異なることが分かる。最上段以外の補強材では、単純梁の連鎖とみなし、いわゆる支配面積による荷重を考慮すればよいが、最上段の補強材では、張出し梁とみなし、その支点反力を補強材の軸力とする。このような考えに基づき計算をすると、C4の軸力はC2の軸力の1.2倍となり、概ね実験結果に合致する。

補強材に施工誤差がある場合の極端な例として、特定部位における補強材を完全に外した場合の実験を行った。実験手順は前記の実験手順と同じである。実験結果をFig.9に示す。本実験は、先の補強材に施工誤差がある場合の実験の後、他の実験の都合で一度、解体した後に組み立てなおしたため、床付き布わくや建わくの接合部における結合力の変化に起因し、基準となる施工誤差がない状態での実験結果は、Fig.7の結果と大きく異なった。

補強材E4を撤去した場合には、施工誤差が無い場合に比べ、E4に隣接するC4の軸力は1.5倍になった。また、E4の直下に配置されたE2の軸力は1.7倍になった。

補強材C4に施工誤差がある場合には、施工誤差が無い場合に比べ、C4に隣接するA4の軸力は2.3倍になった。また、C4の直下に配置されたC2の軸力は1.6倍になった。

補強材C2に施工誤差がある場合には、施工誤差が無い場合に比べ、その直上のC4の軸力は1.4倍になった。

これらの結果から、特定の補強材に施工誤差が生じた場合においては、その周辺に配置される補強材の負担が非常に大きくなることが分かる。そのため、施工誤差がある補強材の周辺においては、補強材を計画時よりも密に配置する等の措置が必要になるが、さらに、そこに隣接する領域に及ぼす影響は軽微であると考えられる。

6. 同条件の足場における力学的特性のばらつき

先にも記した通り、足場を構成する部材は一体性に乏しい。そのため、Fig.7とFig.9に示した施工誤差なしの状態における補強材の軸力には大きな差異が発生した。これは、構成部材相互のかみ合わせの程度により、足場全体としての剛性のバランスが大きく変化したことによる。

このような力学的な不安定性を調べる目的で、無

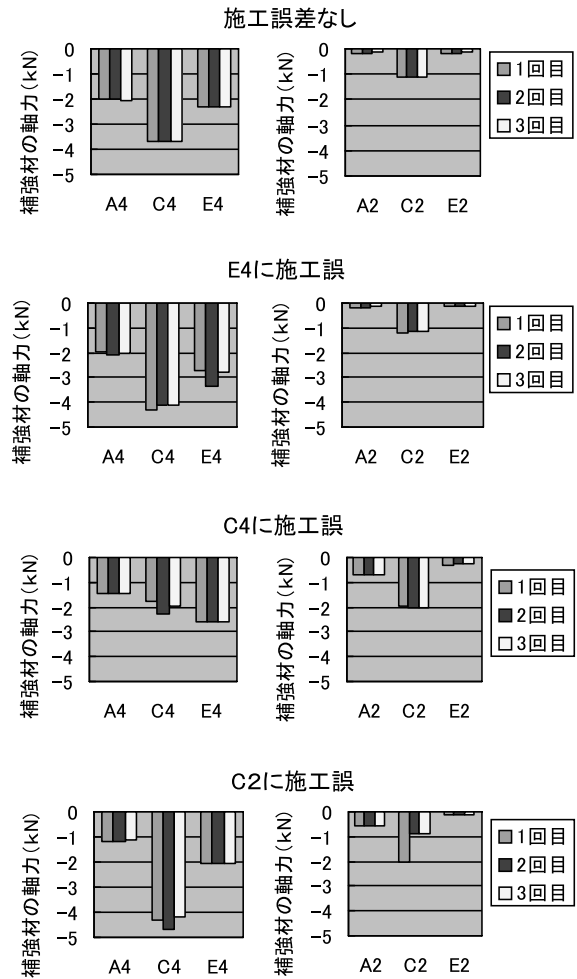


Fig.7 Maximum Axial Force of Ties

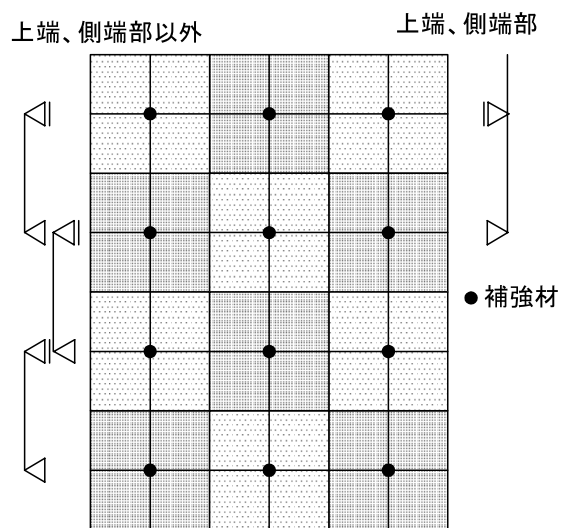


Fig.8 Analytical Tie model for design

作為に床付き布わくや補強材の脱着を繰り返し、同一条件の足場に対するばらつきを定量的に調べる実験を実施した。ばらつきの尺度は、これまで同様に補強材の軸力とした。実験結果をFig.10に示す。最も軸力の負担が大きい補強材C4に着目すると、最大軸力は2.68kN、最小軸力は2.29kN、平均軸力は2.47kNであった。最小軸力に対して最大軸力は117%となり、平均軸力に対して108%である。

実験では、建わくの組替えは行なわなかったが、上記のような差が発生した。このことから、実際の建築作業所において、同一の足場を組み立てた場合には、本実験結果よりもさらに大きなばらつきがあると推測される。

また、Fig.10において、A列4段目の補強材と比較してE列4段目の補強材が負担している軸力の平均値は約13%大きくなっている。この原因は足場の組み立て時の施工誤差が考えられる。実験終了時に全ての補強材を撤去した時の足場の基部に対する、2段目、4段目の相対的な位置関係をFig.11に示す。施工時には注意をしていたが、実験の繰り返しとともに、隣り合う建わく間で最大60mm程度のずれが発生していた。2段目、4段目ともに、補強材が設置されているA,C,E列の偏心距離は小さいが、補強材が設置されていないB,D列の偏心距離は大きくなっている。また、B列と隣り合うA列及びC列との相対的な位置関係は、D列と隣り合うC列及びE列との相対的な位置関係に比べ小さくなっている。そのため、床付き布わくのかみ合い度が比較的弱かったことが推測される。その結果、中央のC列よりA列側の剛性はE列側に比べ低くなった。そのため、A列の補強材に伝達される荷重はE列に伝達される荷重よりも小さくなったと考えられる。

この原因は、加力実験による足場の馴染みや、施工精度に起因するものと考えられる。しかしながら、実験で載荷した荷重の大きさは、台風等の大きな荷重ではない。また建築作業所で使用されている足場ほどに、多くの作業員が足場上を移動、あるいは作業を行ったわけではない。そのため建築作業所で使用されている足場ほど酷使されたものではないと言える。これに対し、設置条件や使用状況が過酷な建築作業所の足場は、実験で使用した足場よりも大きなゆがみがあるものと考えられる。また、仮設構造物である足場に対し高度な組み立て精度を要求することや足場のゆがみ状況を定期的に検査し、修正を行なうことは、現実的ではない。そのため、本実験結果から得られた以上に、荷重伝達の不均衡による特定補強材への荷重集中が想定される。

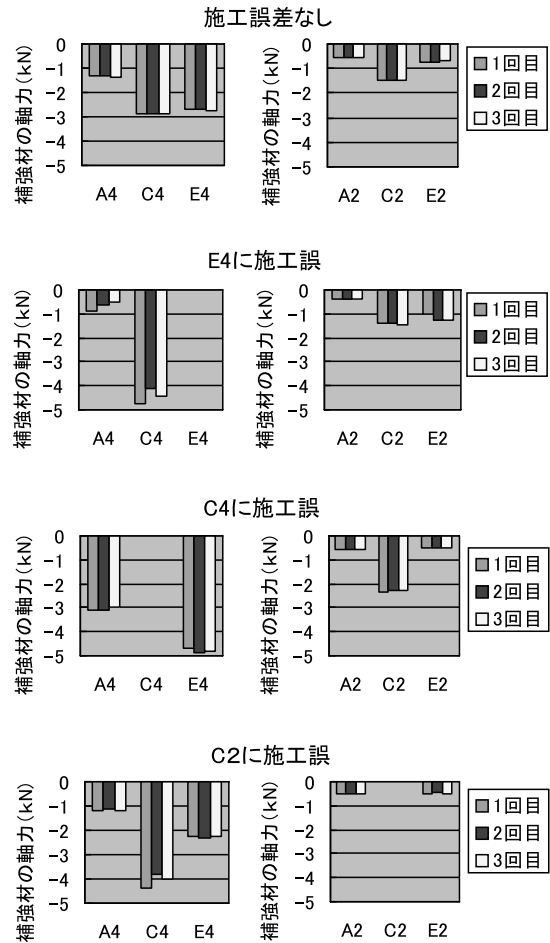


Fig.9 Maximum Axial Force of Ties

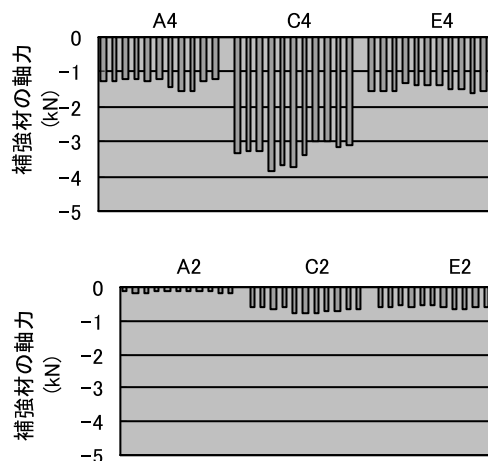


Fig.10 Difference of axial force on the same condition
同一条件下における補強材軸力の差異

7. 補強材の設計用軸力と実験で得られた軸力の比較

本実験においては、風荷重のような面荷重ではなく、比較的評価が簡便な点荷重である。さらに、外力の大きさも既知である。そこで、Fig.8に示した解析モデルを用いて、最も大きな軸力を負担する補強材C4に関する設計用軸力を計算し、実験で得られた軸力と比較検討した。検討対象はFig.10に示した全ての実験とした。計算値と実験値の比の平均値は105%となり、良い精度で計算ができることを確認できたが、最大値は112%となり、危険側の評価を与える結果となった。

補強材に施工誤差がある場合には、計測値と計算値の比は、さらに危険側の評価となり、E4に施工誤差がある場合には、116%、C2に施工誤差がある場合には133%と著しく危険側の評価となった。

8. 施工実験による補強材に発生する初期軸力

これまでの実験においては、加力の直前に補強材の初期軸力を開放したが、建築作業所においては施工後に、この作業が省略されることがある。そこで、初期軸力の発生について意識しないで補強材を設置した場合に、補強材に発生する初期軸力を調べる目的で、施工実験を実施した。一回の実験においては、一人の作業員が6箇所全ての補強材を設置した。補強材を設置する作業員は2名であり、交代で10回ずつの施工実験を実施した。代表的な実験結果をFig.12に示す。施工実験-1においては、施工後に確認される補強材の初期軸力は最大でも0.5kN以下と軽微であった。これに対し、施工実験-2においては、6本の補強材中2本に初期軸力が2.5kN発生している。構造規格第46条で定められている壁つなぎ用金具の許容耐力は圧縮、引張ともに4.41kNであり、施工の悪さによっては、壁つなぎ用金具の許容耐力の約57%に相当する軸力が、外的要因が加わる以前に発生していることになる。そのため、このような初期軸力を放置しておくことによって、補強材の持つ性能を十分に活用できなくなる可能性がある。施工実験-3においては、1箇所だけであるが、最終的な初期軸力が2.7kNと大きな値になっているばかりでなく、施工途中に、5kNの軸力が発生している。これは、構造規格で定められている許容耐力の4.41kNをこえてしまっている。このように、施工の不備によって、補強材の性能を十分に発揮できなくなるばかりか、施工段階において補強材の安全性が損なわれる可能性もある。そのため、施工段階において、初

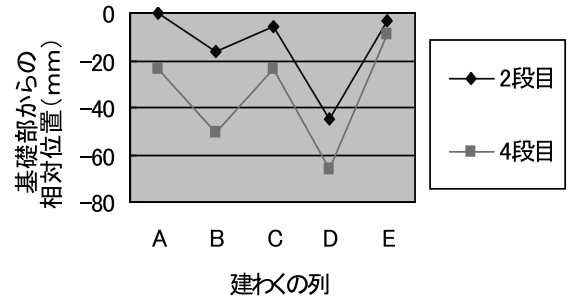


Fig.11 Distortion of Scaffolding

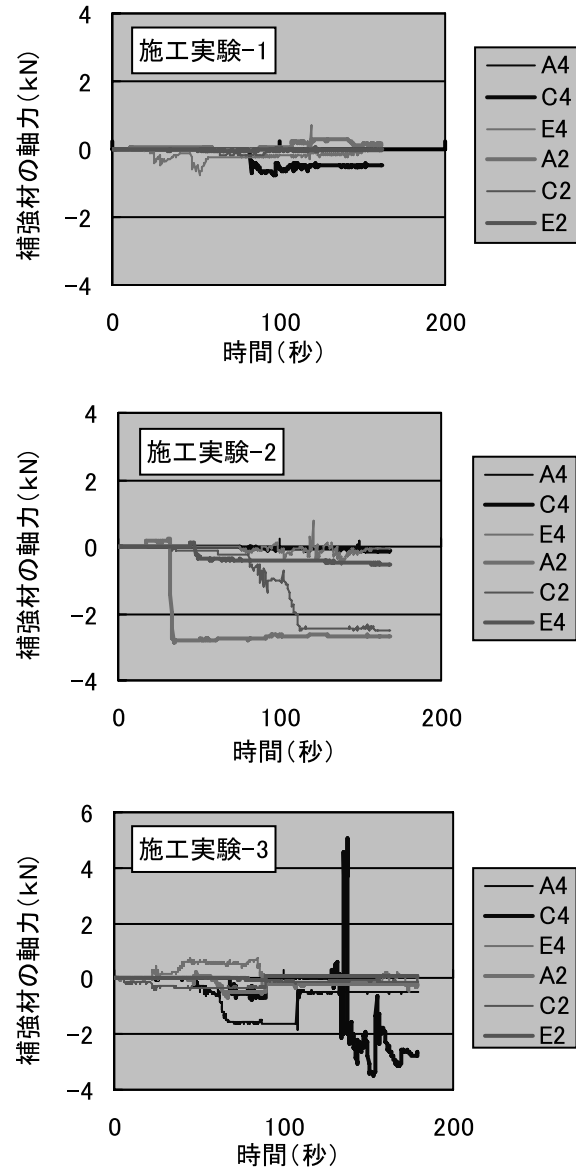


Fig.12 Result of the Test for the Duration of Construction Work
施工実験の結果

期軸力の発生を抑える施工が重要である。また、施工実験-2では補強材A2,C2,E2,A4,C4,E4の順番に設置した。C2の初期軸力は、施工直後には軽微であったが、他の補強材の設置が進行するに従い、初期軸力が大きくなっている。このように、施工後に他の補強材の影響によって初期軸力が大きくなることもあるため、施工後においても初期軸力を管理することが望ましい。

9. 実足場による風観測

実験室内での加力実験と並行して、屋外に足場を設置して、実測調査⁹⁾も行っている。実測調査は、Fig.13に示すように7層6スパンの足場を用いた。この足場を構成する部材は屋内での加力実験と同じ物とし、補強材の配置も2層2スパン毎と、屋内実験に合わせた。補強材を設置する際には水平度及び足場に対する垂直度に十分に注意をした。そのため、補強材の施工誤差はないものと考えられる。また、動線の関係で足場の一部に開口部を設けた。

Fig.14に実測調査で得られた補強材の軸力の最大値を補強材の設置位置のイメージで示す。この時の最大風速は16.1m/sと屋内実験で想定した14m/sよりも若干大きかった。Fig.14より、屋内実験同様に最上段の補強材に比べ中段、下段の補強材に発生する軸力は小さ目となった。最上段の補強材に着目すると、E6はC6の1.5倍の軸力を負担している。また、右端のG6は左端のA6の2.7倍の軸力を負担している。最下段を除けば、本足場は、右側の補強材に荷重が集中する傾向にあることが分かる。これは、先にも記した通り、足場を構成している部材同士の結合力の差に起因するものと考えられる。最下段に関しては、その上の段とは異なり、左側に位置するC2の軸力は右側に位置するE2の軸力の約3倍の軸力を負担している。これは、E2の下に開口部を設けたためにE2に対する負担面積がC2に比べ小さかったことによる。

Fig.15に、観測された風速を基に計算した、補強材の軸力を示す。計算の詳細は本報告書2「足場に作用する風加重の実測調査」によるが、補強材C6,E6共に、観測値は計算値の116%となっており、危険側の評価を与えることになる。同様の検討は、7節で行っており、屋内実験において補強材の施工誤差がない場合には、実験値は計算値の112%の値となり、屋外実験同様に危険側の評価となっていた。どちらの足場も、一般の足場に比べ使用頻度が低く、ゆがみ等の損傷も小さいと考えられる。よって、理論的に算出した設計用軸力よりも20%程度

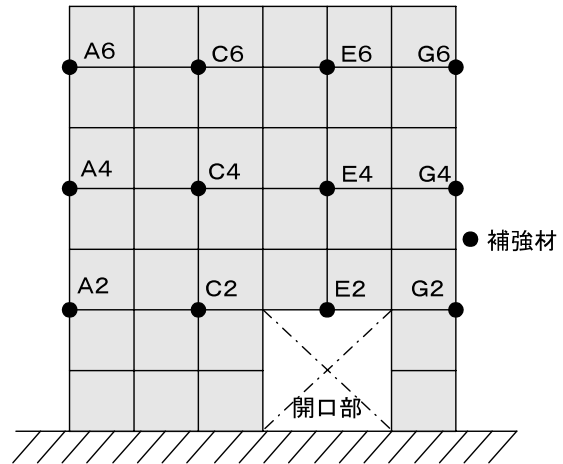


Fig.13 Observation Model

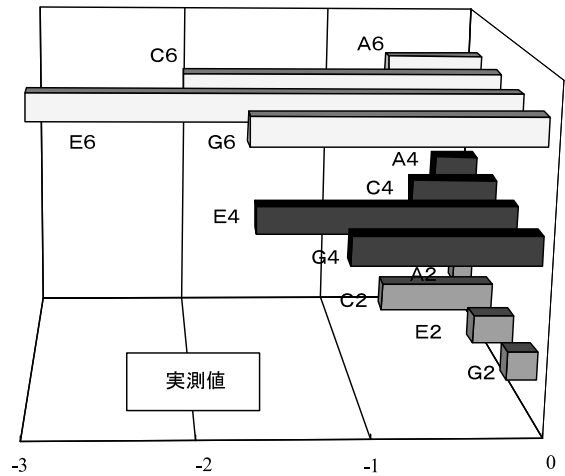


Fig.14 Maximum Axial Force of Ties (observation)

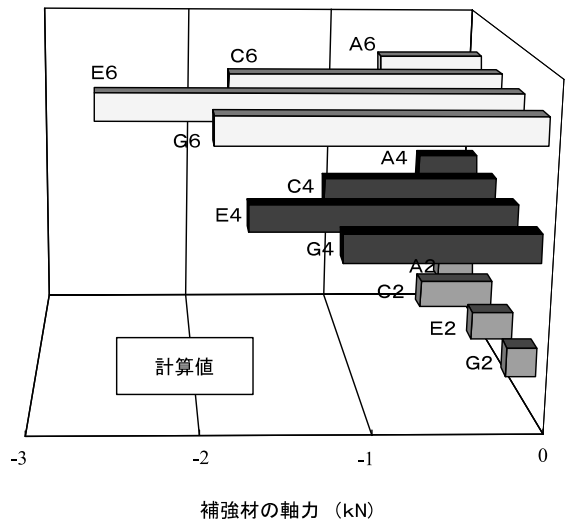


Fig.15 Maximum Axial Force of Ties (calculation)

は大きな軸力が補強材に作用するものと考える。

10. まとめ

枠組足場を用いて加力実験と風観測を行った。屋内での加力実験では、床つき布わくの設置状況が、補強材に発生する軸力に及ぼす影響を調べた。その結果、補強材の周辺の床つき布わくを外してしまうと、他の補強材に荷重が集中してしまい、補強材が損傷を受ける危険性が高まることが分かった。また、補強材に施工誤差がある場合に、その周辺の補強材に及ぼす影響を調べた結果、その周辺の補強材が負担する過重が著しく増大することが明らかとなった。その影響は、上下左右の補強材に及ぶが、それ以上離れた補強材には、殆ど影響を及ぼさないであろうことが分かった。補強材に施工誤差がある場合の極端な例として、特定の補強材を撤去した場合の実験も実施したが、補強材に施工誤差がある場合の実験で得られた結果の特徴をさらに際立たせるものとなった。これらの実験を通して、同一条件の実験であっても、補強材に発生する軸力に大きな差が生じていたので、その度合いを補強材に施工誤差がない状態で比較した。その結果、同一補強材における最小軸力に対する最大軸力は117%であり、平均軸力に対する最大軸力は108%であった。足場は、解体されることを前提に組み立てられる構造物である。そのため、構成部材同士の結合が曖昧である。その結果、足場は力学的な一体性に乏しい構造物であると言える。そのために、構成部材間の結合力に

安定性を欠き、実験結果に不安定性が生じた。

このように、足場は安定性を欠いた構造物であるが、事前に安全性の検討を行なう必要がある。そこで、一般的に行われている設計法で計算した補強材の軸力と実験で得られた補強材の軸力を比較すると、実験で得られた軸力は計算値よりも12%大きくなり、危険側の評価となる場合があることが分かった。さらに特定の補強材に施工誤差がある場合には、実験で得られた軸力は計算値で算出した軸力の1.5倍となり、著しく危険側の評価となった。ここでの施工誤差は、許容範囲内の施工誤差であるが、施工誤差が確認された場合には、補強材を密に配置する等の措置が必要になる。これらのことは、風荷重に対する実測調査でも明らかとなった。

また、風等の外力を受けなくても、施工状況が悪いと補強材に初期軸力として、許容耐力の57%に当たる軸力が存在する場合があることを示した。また、補強材を設置している過程において、許容耐力以上の軸力が補強材に発生することがあることを示した。

参考文献

- 1) 風荷重に対する安全技術指針、仮設工業会、1999
- 2) 仮設機材構造基準とその解説、仮設工業会、1986

(平成17年5月31日受理)