

災害調査報告書

高層ビル建設工事中に発生した 足場の落下災害

(要約版)

労働安全衛生総合研究所

要旨

高層ビルの新築工事現場において、その高層階に設置されていた足場の一部が落下した。人的被害はなかったが、公道に駐車していたトラックが損傷した。足場は支持金物という部材によって支持されていたが、その1つに、正規の支持金物ではない木材が部材として用いられていた。この木材を用いていたために支持耐力不足となり、足場は落下した。

1. 災害の概要

1. 1 災害の概要

高層ビル新築工事現場において、建設中の建物の33階から37階に設置していた足場の一部が落下した。人的被害はなかったが、落下した足場の一部が落下地点から飛び跳ね、公道に駐車していたトラックを損傷させた。落下した足場の設置位置と落下位置を図1に示す。



図1 落下した足場の設置位置と落下位置（高層ビルの立面図）

1. 2 落下した足場の概要

落下した足場を写真 1 に、落下した足場の立面図を図 2 に、落下した足場の断面図を図 3 に、落下した足場の寸法と重量を表 1 に示す。落下した足場は、2 体の足場が単管により連結されて 1 体化したものであった。本報告では、2 体の足場のうち、一方を足場 A とし、もう一方を足場 B とした。



(a) 足場 A



(b) 足場 B

写真 1 落下した足場

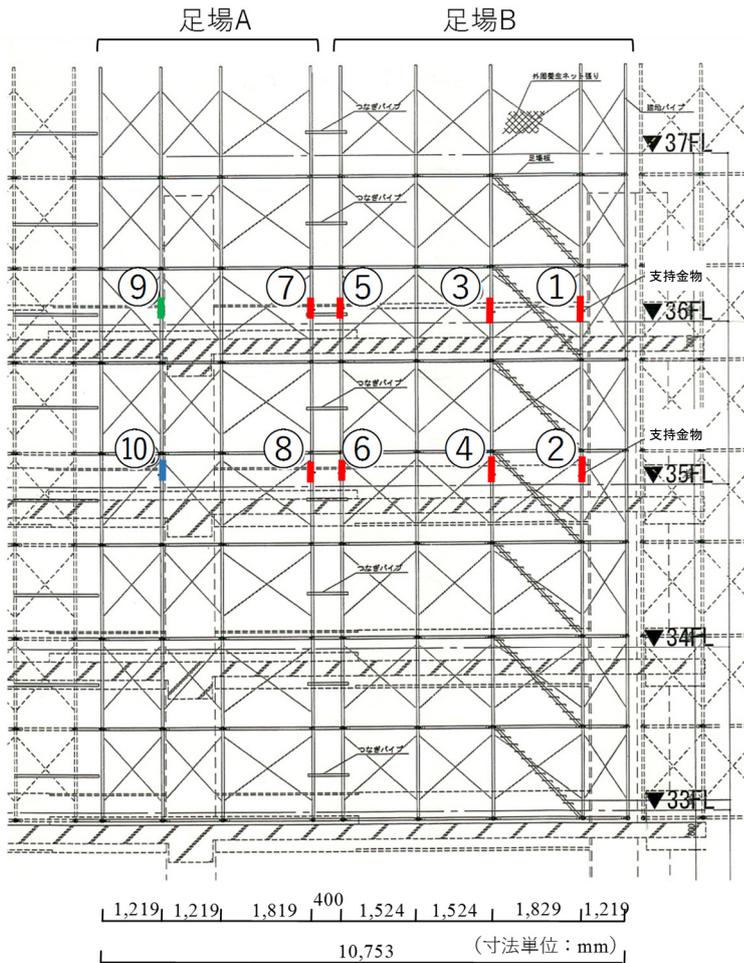


図2 落下した足場の立面図

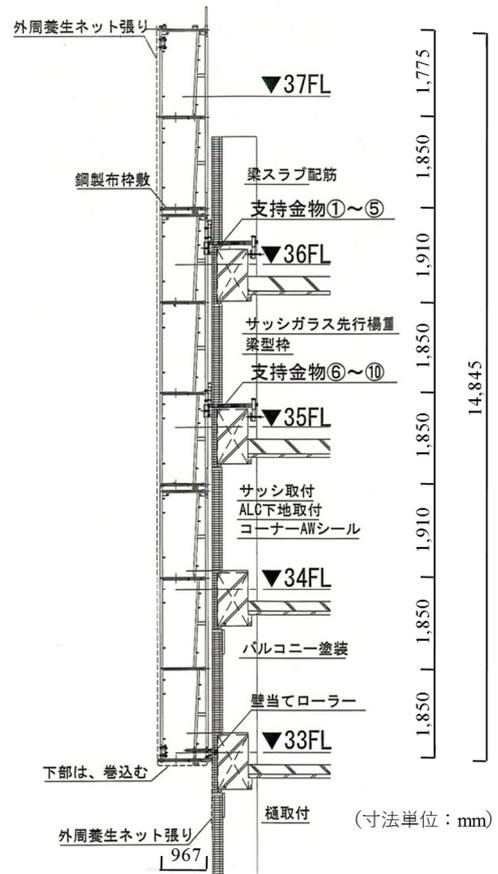


図3 落下した足場の断面図

表1 落下した足場の寸法と重量

足場	高さ	幅	重量
足場A	約15m (8層)	約4.3m (3スパン)	約17.0kN
足場B	約15m (8層)	約6.0m (4スパン)	約25.5kN

落下した足場は図4に示すように、建物の梁に設置していた支持金物と呼ばれる部材により支えられていた。落下した足場は支持金物10個により支持されており、支持金物が設置されていたのは図2に示す①～⑩の位置である。支持金物は図4に示すように、緊結金具2個を用いて足場に固定し、建物の梁などに挟んで、ジャッキで締めて設置するようになっている。

支持金物は建物の梁幅が狭い場合、支持金物の挟む幅を調整するため、写真2(a)に示すような鉄製補助スペーサーを用いるようになっている。鉄製補助スペーサーには専用の部材があり、幅100mmまたは幅150mmの部材が用いられている。災害発生現場では表2に示すように、支持金物①～⑧には幅100mmの鉄製補助スペーサーが用いられ、支持金物⑨には幅150mmの鉄製補助スペーサーが用いられていた。しかし、支持金物⑩には写真2(b)に示すように、幅100mmの鉄製補助スペーサー1個と幅25mmの木材2

個が用いられていた。具体的には2個の木材は、ガムテープで巻かれ1体化させ、更に1体化した木材は、幅100mmの鉄製補助スペーサーにガムテープで固定されていた。

この木材を用いた支持金物⑩の支持耐力不足が、足場落下の原因ではないかと考え実験的に検証した。

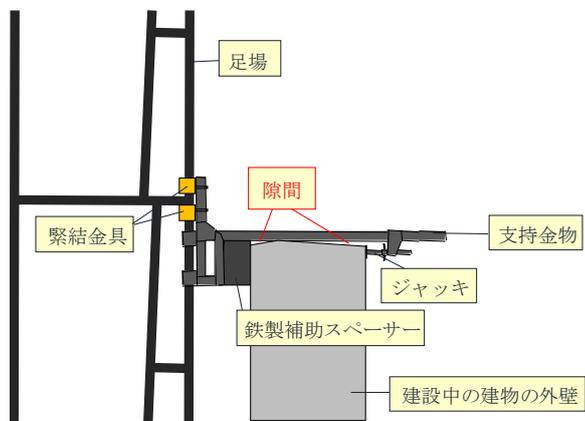
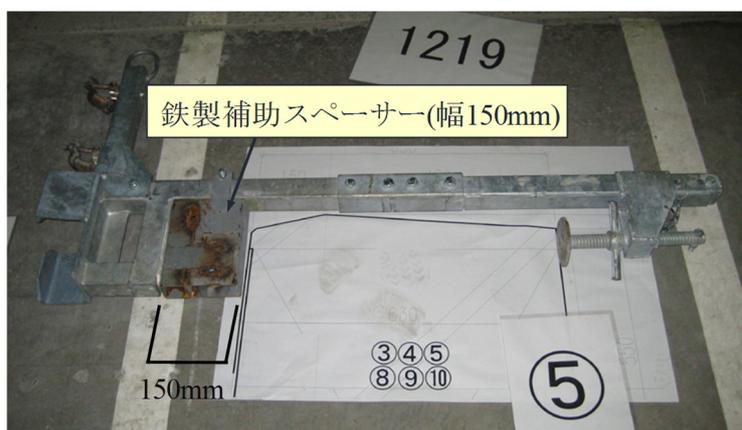
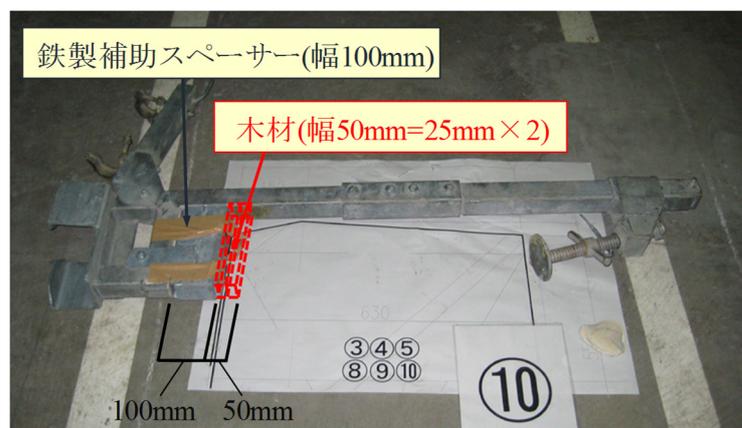


図4 支持金物の設置状況



(a) 鉄製補助スペーサーを用いた支持金物



(b) 木材を用いた支持金物⑩

写真2 支持金物

表2 支持金物に用いられていた補助スペーサー

支持金物	補助スペーサー
支持金物①	100mm鉄製スペーサー
支持金物②	100mm鉄製スペーサー
支持金物③	100mm鉄製スペーサー
支持金物④	100mm鉄製スペーサー
支持金物⑤	100mm鉄製スペーサー
支持金物⑥	100mm鉄製スペーサー
支持金物⑦	100mm鉄製スペーサー
支持金物⑧	100mm鉄製スペーサー
支持金物⑨	150mm鉄製スペーサー
支持金物⑩	100mm鉄製スペーサー+25mm木材×2

2. 支持金物の支持耐力の検討

2. 1 実験の概要

支持金物の支持耐力不足により、足場が落下する可能性を実験的に調査した。実験状況を写真3に、実験に用いた補助スペーサーの種類を表3に、支持金物の設置状況を図5に示す。実験では写真3と図4に示すように、災害現場を再現して、支持金物をコンクリート梁に設置した。災害現場では図4に示すように、支持金物が設置されていた梁の上面は山型になっており、支持金物と梁の上面の間には、すき間があった。

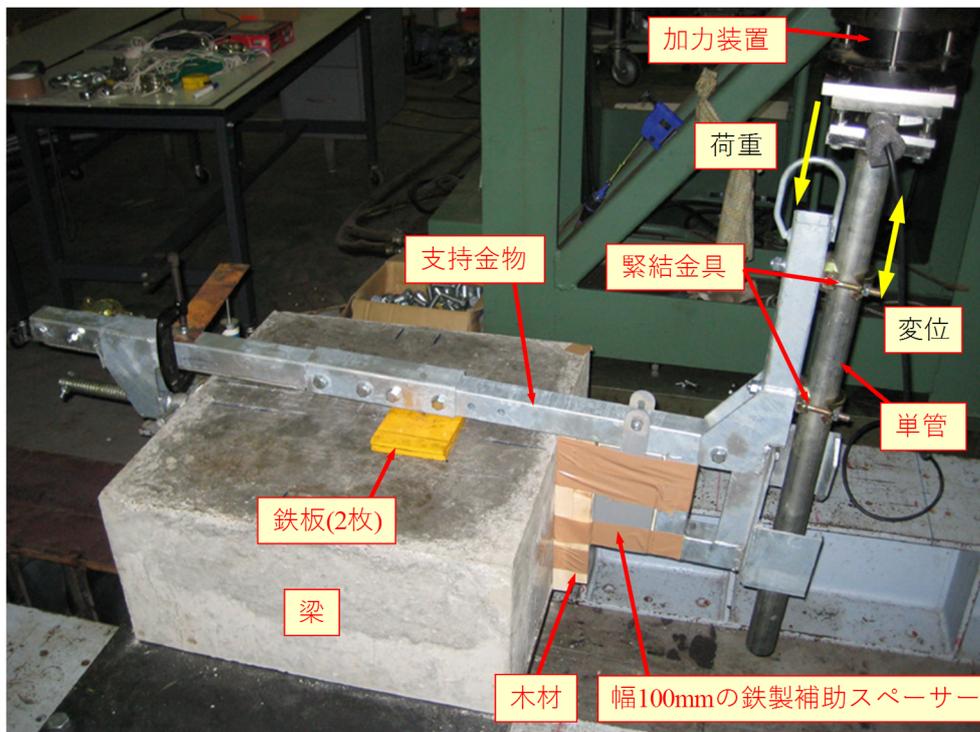
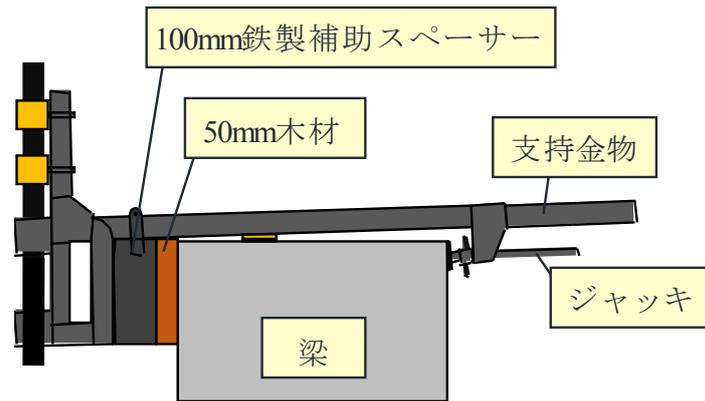


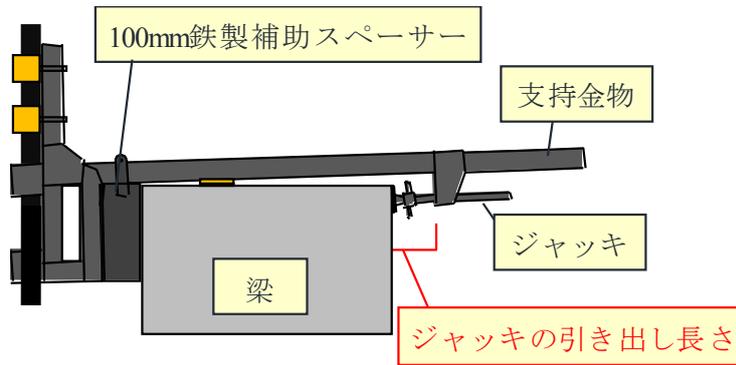
写真3 実験状況

表3 実験で行った補助スペーサーの種類と実験結果

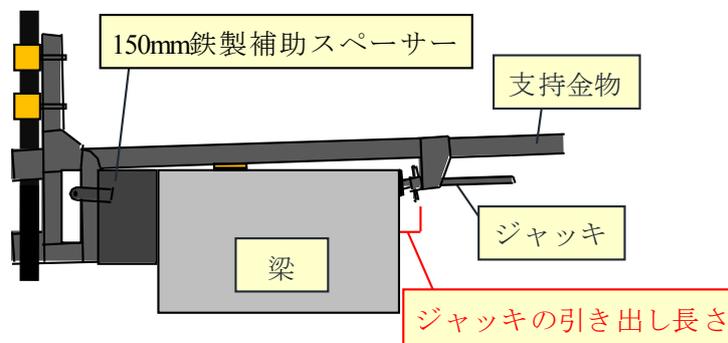
補助スペーサーの種類	実験結果(最大荷重)
①100mm鉄製補助スペーサーと50mm木材	4.19kN
②100mm鉄製補助スペーサー	5.67kN
③150mm鉄製補助スペーサー	7.95kN



(a) ①100mm 鉄製補助スペーサーと 50mm 木材



(b) ②100mm 鉄製補助スペーサー



(c) ③150mm 鉄製補助スペーサー

図5 支持金物の設置状況

この状況を再現するため、写真3のように梁と支持金物の間に鉄板を2枚挟んだ。また、足場の代りに用意した単管に、緊結金具2個を用いて支持金物を設置した。実験では写真3に示す加力装置により、この単管の頂部から鉛直下向きに荷重を作用させ、加力装置内に設置した荷重計と変位計により、鋼管頂部の鉛直方向の荷重と変位を計測した。

本災害では、鉄製補助スパーサーの代わりに木材を用いた支持金物⑩の支持耐力不足が、足場落下の原因と考えられたので、実験では補助スパーサーの種類をパラメータとした。実験は表3と図5に示す①100mm鉄製補助スパーサーと50mm木材を用いた場合、②100mm鉄製補助スパーサーを用いた場合、③150mm鉄製補助スパーサーを用いた場合の3パターンを行った。

2.2 実験の結果と考察

実験結果を図6と表3に示す。図6の縦軸は鋼管頂部の鉛直荷重を示し、横軸は鋼管頂部の鉛直変位を示す。表3には実験結果の最大荷重を示した。図6と表3より、①100mm鉄製補助スパーサーと50mm木材を用いた場合の最大荷重は4.19kNであり、②100mm鉄製補助スパーサーを用いた場合の最大荷重は5.67kNであり、③150mm鉄製補助スパーサーを用いた場合の最大荷重は7.95kNであった。①は鉄製補助スパーサーの代わりに木材を用いたために②、③に比べて最大荷重が小さかったと考えられる。②は③に比べて鉄製補助スパーサーの幅が小さいので、図5に示すように③に比べてジャッキの引き出し長さが長くなり、構造的に不安定になって、③よりも最大荷重が小さくなったと考えられる。

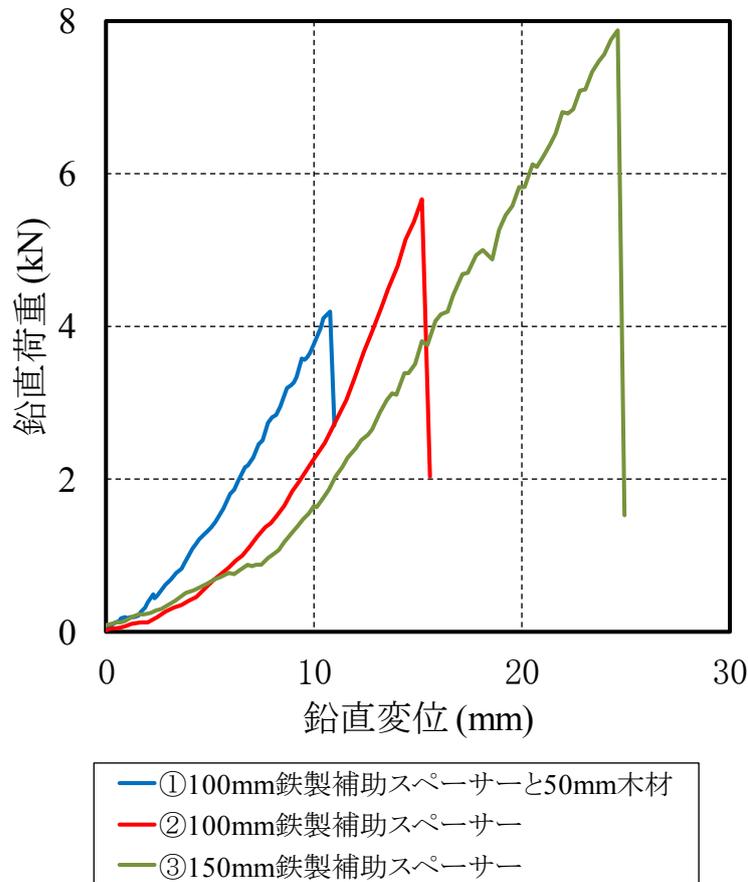


図6 鋼管頂部の鉛直荷重と鉛直変位の関係（支持金物の支持耐力）

2. 3 足場の落下について

2. 3. 1 支持金物⑩の支持耐力

図2の足場Aと足場Bは単管により連結されていたが構造的には、足場Aと足場Bは独立した足場と考えることができる。表1より足場Aの重量は17kNである。足場Aには支持金物が4本設置されていたので、支持金物4本に足場の重量が均等に作用していたとすると、支持金物1本に作用する足場の荷重は約4.25kN(=17kN/4)になる。図6と表3より「①100mm鉄製補助スペーサーと50mm木材」を用いた場合の最大荷重は4.19kNであり、4.25kNとほぼ一致する。このため、鉄製補助スペーサーの代りに木材を用いた支持金物⑩は、最初に支持耐力不足となって破壊したと考えられる。

2. 3. 2 支持金物⑩が足場Aを支持できなくなった後の状況

支持金物⑩が足場Aを支持できなくなった後、足場Aを支持するのは、残りの支持金物⑦、⑧、⑨の3個になった。この3個の支持金物に足場Aの重量が均等に作用したと仮定すると、支持金物1個には約5.7kN(=17kN/3)の荷重が作用していたことになる。このうち支持金物⑦、⑧には100mm鉄製補助スペーサーが用いられていた。図6と表3の「②100mm鉄製補助スペーサー」を用いた場合の結果は5.67kNであり、この値も作用した荷重5.7kNとほぼ等しい。したがって、支持金物⑩の破壊に続いて、支持金物⑦、⑧が破壊したと考えられる。

2. 3. 3 足場Aの落下について

支持金物⑦、⑧、⑩が破壊して足場Aを支持できなくなった後、足場Aを支持していたのは、残った支持金物⑨のみになる。支持金物⑨には150mm鉄製補助スペーサーが用いられていたため図6と表3の「③150mm鉄製補助スペーサー」を用いた場合の結果より、支持金物⑨の支持耐力は7.95kNであったと考えられる。足場Aの全重量は17kNであるので、荷重は支持金物⑨の支持耐力よりも大きい。すなわち支持金物⑦、⑧、⑩が破壊した後、支持金物⑨も破壊したと考えられる。したがって、支持金物⑩が破壊したことによって⑦、⑧、⑨と連鎖的に破壊が進行して最終的に足場Aは落下したと考えられる。

2. 3. 4 足場Aと足場Bの落下について

足場Aが落下すると単管で連結されている足場Bに足場Aの重量が作用する。足場Bに足場Aの重量が作用したため、足場Bを支持していた支持金物①～⑥に過大な荷重が作用し、支持金物①～⑥も足場Aと足場Bを支持できなくなり、足場Aと足場Bは落下したと考えられる。

3. 推定される災害の発生状況

実験結果から、災害の発生状況を整理すると、以下のものであったと考えられる。

- ① 鉄製補助スパーサーの代わりに木材を用いていた支持金物⑩の支持耐力不足により、支持金物⑩は足場 A を支持できなくなる (図 7(a))。

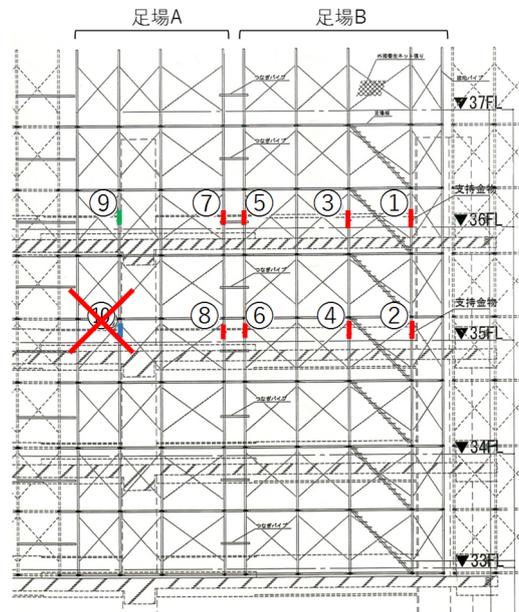


図 7 (a) 支持金物⑩が足場 A を支持できなくなる

- ② 支持金物⑩が足場 A を支持できなくなった後、過荷重により支持金物⑦, ⑧は足場 A を支持できなくなる (図 7(b))。

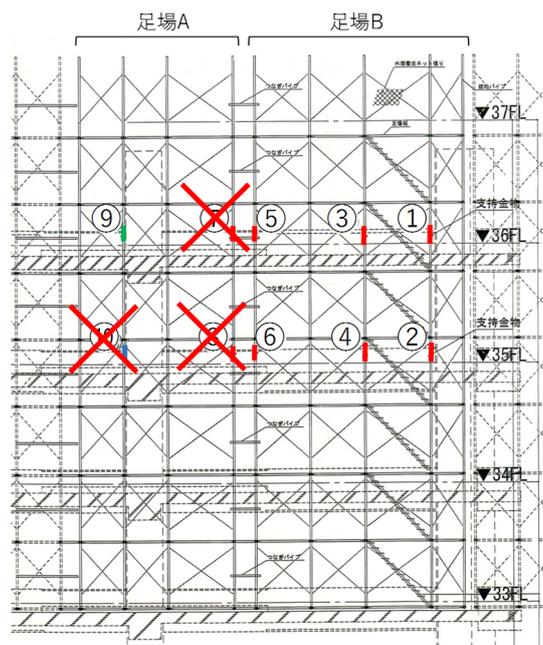


図 7 (b) 支持金物⑦, ⑧が足場 A を支持できなくなる

③ 支持金物⑦, ⑧, ⑩が足場 A を支持できなくなった後、過荷重により支持金物⑨は足場 A を支持できなくなる。支持金物⑦, ⑧, ⑨, ⑩が足場 A を支持できなくなったため、足場 A は落下する (図 7(c))。

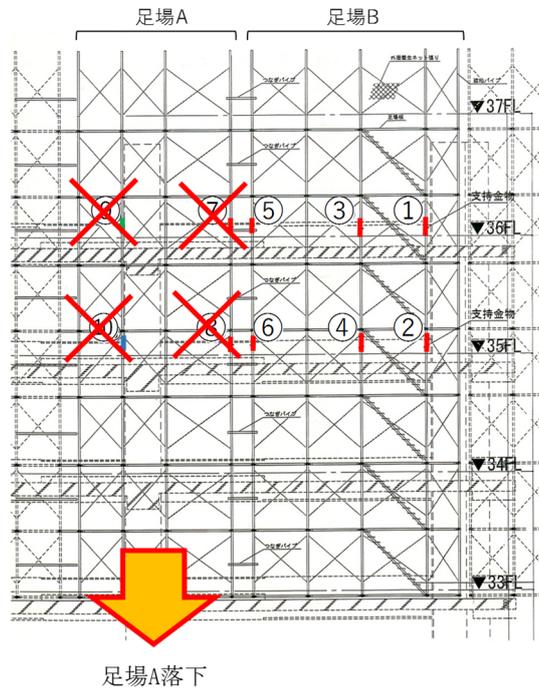


図 7(c) 支持金物⑨が足場 A を支持できなくなり、足場 A が落下する

④ 足場 A が落下したことで、単管で連結されていた足場 B に足場 A の重量が作用する。足場 B に足場 A の全重量が作用したため、過荷重となって支持金物①～⑥は破壊する。最終的に、足場 A と足場 B は落下する (図 7(d))。

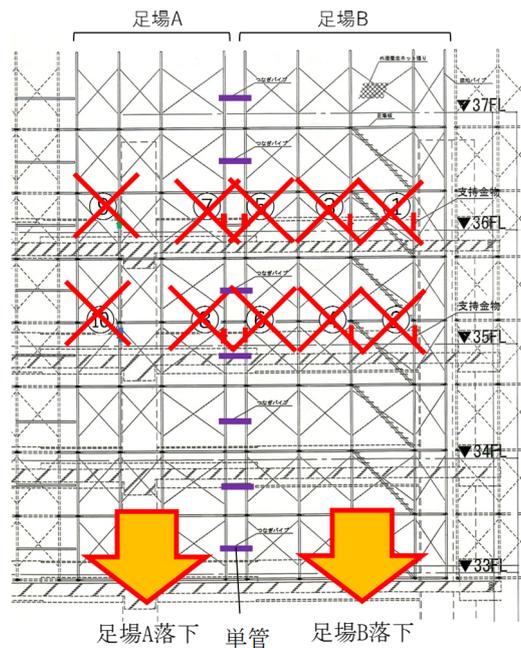


図 7(d) 支持金物①～⑥が足場 A と足場 B を支持できなくなり、足場 A と足場 B が落下する

4. 災害発生の原因

足場が落下した原因は、鉄製補助スペーサーの代わりに木材を用いていた支持金物⑩の支持耐力不足によって破壊したために、他の支持金物へ荷重が負担されて連鎖的な破壊が発生したためと考えられる。

5. 再発防止対策

災害の再発防止策は以下のように考えられる。

- ①補助スペーサーには正規の鉄製支持金物を用いる。
- ②補助スペーサーをガムテープで留めるのではなく、ボルト締めとする。
- ③支持金物のジャッキ及び緊結金具は、しっかり締め付け、締め具合などを定期的に点検する。