

12. 津波対策工事に伴う窓閉塞工法の改善

社名：共立建設(株)

氏名：工藤 貴博

事例概要

項 目	内 容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	日向別館ビル外壁補強その他工事
(2) 規模(延床面積・階数)	延床面積:6,601㎡、地下1階、地上4階
(3) 用途	電報電話局(送受信所用建物)
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	宮崎県日向市
(6) 施工期間	2013年 7月 ~2014年 2月
(7) 工事費	290(百万円)
(8) 設計者	—
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況)	<p>サッシを取り外した場合は、下記の問題があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施工中は漏水・粉塵・外部からの侵入の恐れがある。 ・通信機械室や電力室内の装置が壁際にある箇所は施工が困難である。 ・事務所(パソコン教室)の移動が必要である。 ・撤去時の騒音が問題となる。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・通信機械室や事務室に影響の少ない施工法の検討。 ・漏水・粉塵・外部からの侵入等の危険を少なくする。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・既設窓を残して、外部に型枠兼用の窓塞ぎ鋼板貼りを行い、漏水・粉塵及び侵入防止の確保を行った。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	—
・C(コスト)	・当初計画より、約46%の工事費を削減した。
・D(工期)	・当初計画より、60%の工期を短縮した。
・S(安全)	—
・E(環境)	・産業廃棄物の処分量が少なくなった。
・その他の効果	—

津波対策工事に伴う窓閉塞工法の改善

共立建設(株) 九州支店
工藤 貴博

1. 工事概要

工事名称：日向別館ビル外壁補強その他工事
構造：RC造 地下1階地上4階建
用途：送受信所用建物
建築面積：1,333m²
延床面積：6,601m²
工事内容：NTT日向別館ビル 津波対策工事
(外壁補強GL+5.5m・ドライエリア廻り自立擁壁・水防扉設置他)

2. はじめに

本工事は地震発生による津波を想定した津波対策工事である。
津波の想定高さを考慮して建物周囲GL+5.5mをRCの水防壁とし、出入口・搬入口に水防扉を設置、一部ドライエリアをかさ上げする工事を行った。
本建物は、ビル所有者（電報関係）、通信会社、清掃会社、地域住民向けのパソコン教室等の利用者がおり、動線確保や騒音振動等に配慮する必要がある。
又、国の補助金対象工事であり、補助金交付期限である平成25年度完成が当初より設定されていたため、大変厳しい工期であった。

3. 問題点と解決策 (図-1)

- ①既設窓を撤去後、アンカー打設、配筋、コンクリートの打設を行うので、漏水、粉塵発生、外部からの侵入等の恐れがある。
⇒漏水・粉塵発生を抑制する。
侵入を防止する。
- ②外部、内部養生が必要であるが、通信機械室や電力室内で装置が壁際にある箇所において施工が困難である。
⇒内部での作業を低減する。
- ③事務所（パソコン教室）の移動が必要となる。
⇒外部から施工する。
- ④撤去時の騒音による苦情が見込まれる。
⇒騒音の出る作業を低減する。

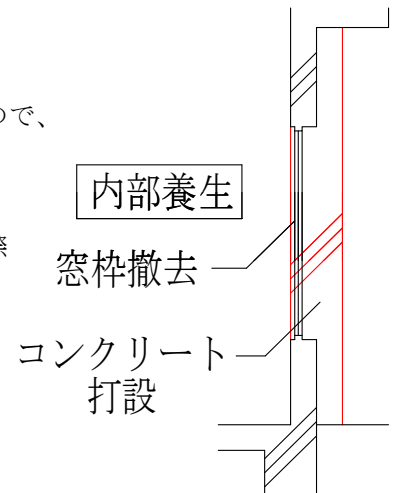


図-1 当初案

4. 提案及び結果

・提案

施工中の漏水・粉塵発生を抑制し、不審者の進入を防止することが可能な型枠兼用の窓塞ぎ鋼板を外部側から設置することを提案した。
(図-2)

・検討内容

- ①構造強度確認
コンクリート補強壁は外周部の既設梁・柱にアンカー打設して定着させる為、既設窓部分にはコンクリートを打設する必要が無い事を構造設計者に確認した。
- ②コンクリート側圧検討
鋼板 t 2.3mmに、補強角パイプ 50mmを 450mm間隔で設置することで、強度が確保出来ることを確認した。
- ③外部側型枠のセパ受け検討
補強角パイプを外側に取付ける事で、セパ溶接長が確保できることを確認した。

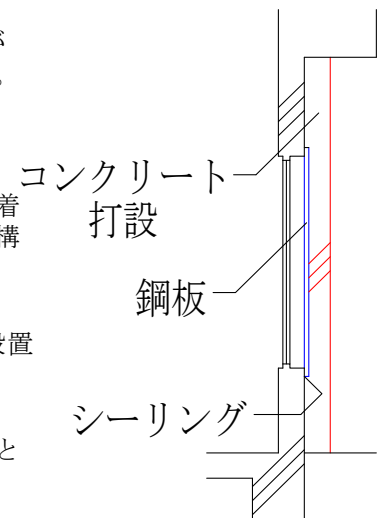


図-2 改善案

以上の結果から、窓塞ぎ鋼板貼りの施工を提案し、採用された。

5. 改善案の実施報告

写真-1・2は施工前の状況である。

既存窓を残し、窓の外部側に鋼板（写真-3）を設置する。（写真-4）

鋼板外周部にアンカーを打設し（写真-5）、外周部の隙間をシーリングにて塞ぐ。（写真-6）

窓塞ぎの鋼板の取付完了後（写真-7）、その外側に補強壁の配筋をする。（写真-8）

コンクリートを打設した後、壁外部を仕上げ、完成となる。（写真-9・10）



写真-1 外部施工前



写真-2 室内施工前



写真-3 窓塞ぎ鋼板



写真-4 鋼板取付状況



写真-5 アンカー打設状況



写真-6 シーリング施工状況



写真-7 窓塞ぎ鋼板取付状況



写真-8 補強壁配筋施工状況



写真-9 補強壁施工完了

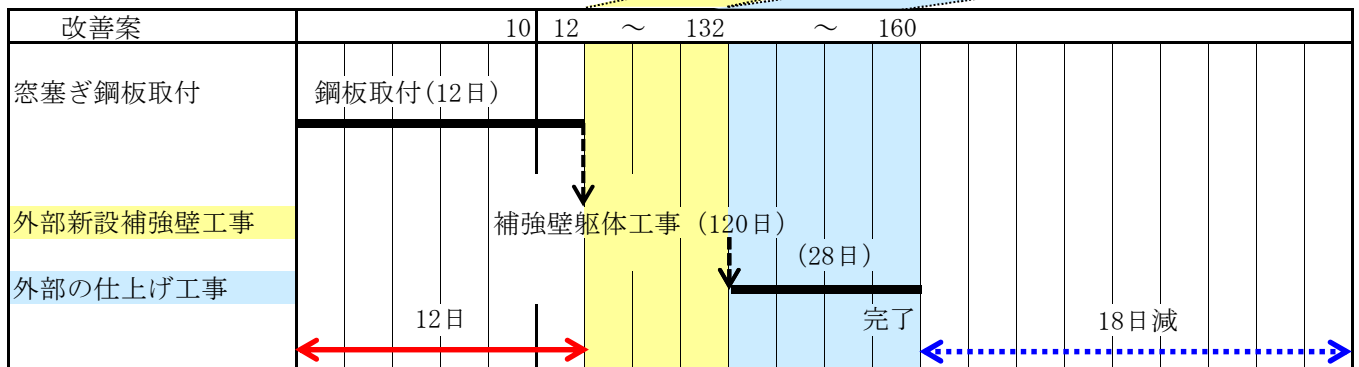
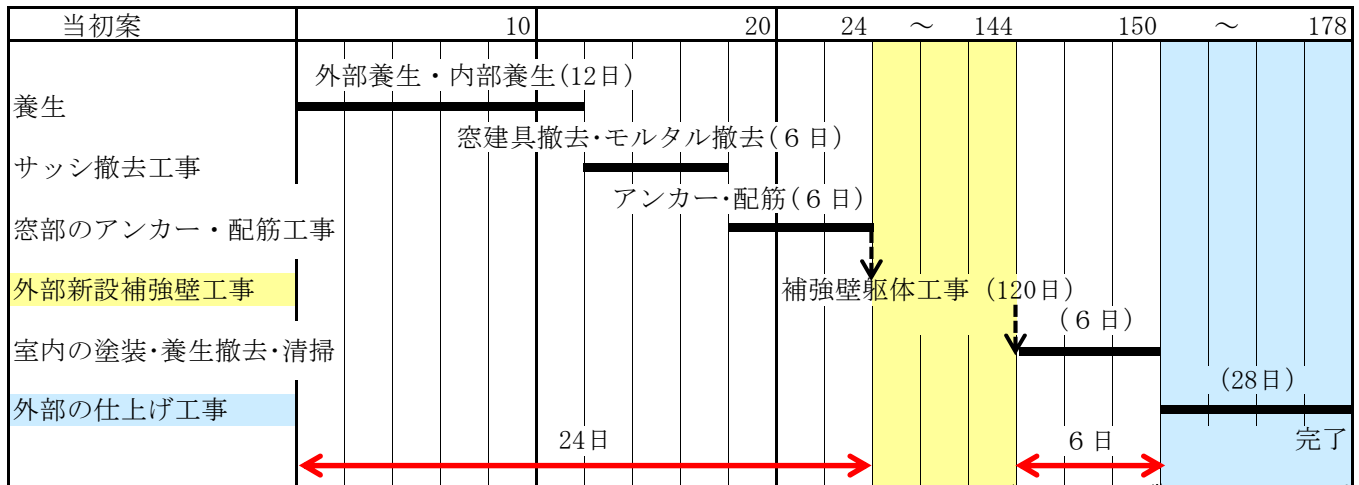


写真-10 補強壁施工完了 (室内側)

6. 工程の比較

工期を比較すると（表-1）、既設窓を撤去し閉塞する場合（当初案）は178日であるのに対し、窓塞ぎ鋼板を使用する場合（改善案）の場合は160日で工事が完成するため、18日の工期短縮となった。

表-1 当初案と改善案の工程



外部新設補強壁工事・外部の仕上げ工事は、「当初案」「改善案」ともに行う工事

7. コストの比較

当初案の全体コストを「100」とすると、改善案のコストは「53.4」となり、約46%のコスト削減となった。（表-2・3）

表-2 当初案のコスト

既設窓を撤去し閉塞する場合	
項目	実行予算額
外部養生(漏水・侵入防止)	12.5%
内部養生(粉塵防止)	30.7%
既設窓撤去	8.9%
開口補強薬液アカ-D13 1330本	30.8%
配筋D13@100	11.2%
塗装・清掃	5.9%
合計	100%

表-3 改善案のコスト

窓塞ぎ鋼板を使用する場合	
項目	実行予算額
窓塞ぎ鋼板貼り (取付・アンカー・シーリング含む)	53.4%
合計	53.4%

8. まとめ

サッシを撤去することなく、窓塞ぎ鋼板にて施工した事により、すべて外部側からの作業としたため、補強壁工事中の漏水・粉塵・外部からの侵入等の危険を回避する事が出来た。又、サッシの撤去工事がなくなったことにより、騒音・振動も削減する事が出来た。室内作業がなくなったので、現状のまま使用が可能となり、建物利用者に最大限配慮した工事とすることができた。

コスト削減、工期短縮にもつながり、補助金交付期限である工期内に完成することができ、施主、設計事務所から高い評価を得た。

13. 外装工事における3DCADを駆使した生産性向上

社名：(株)竹中工務店

氏名：佐貫 創

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)A社新並木通りビル新築工事
(2) 規模(延床面積・階数)	延床面積:9,964㎡、地下2階、地上10階、塔屋2階
(3) 用途	事務所・集会場・店舗
(4) 主要構造	地下SRC・一部RC造、地上S造
(5) 建設地	東京都中央区
(6) 施工期間	2011年12月～2013年7月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	(株)竹中工務店
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> ・前例のない複雑な外装アルミシェードが全周におよび、コーナー一部納まりや意匠の確認検討部位が多数存在する。 ・模型やアルミ鋳物による実大検討ではコストと時間がかかる。 ・製作(鋳造・溶接)方法が確立されていない。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・意匠性を確保したアルミシェードの開発と膨大な数量の生産(製造・コスト)効率向上を実現する。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・3DCADを駆使した迅速な設計・確認と、新たな生産方式を採用した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> ・複雑な形状の膨大な生産数量における再現性を確保した。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> ・外装アルミシェード単体工事費を40%低減した。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> ・製作納期を30%短縮した。
・S(安全)	—
・E(環境)	—
・その他の効果	—

外装工事における3DCADを駆使した生産性向上

(株)竹中工務店

佐貫 創

1. 序論

当プロジェクトは建築主であるA社が美意識の原点とする創業の地において、企業ブランドを社内外にアピールする本社新社屋を建設するものである。そのため外装デザインはS社のシンボルである唐草模様をモチーフにした前例のない複雑な形状をしたアルミシェードで構成されている。

そこで非常に難易度が高い外装デザインを実現するために、意匠面・構造面・性能面で数多くの課題を解決し、主に3次元設計手法により生産効率アップを狙った複雑な外装アルミシェードの開発および実施を行ったので以下に報告する。



図-1 外観パース（南面）

2. 本論

2.1 工事概要

工事名称 : (仮称) A社新並木通りビル新築工事
建築主 : A社
設計施工 : (株)竹中工務店
工期 : 2011/12/16～2013/7/31 (19.5 か月)
建物用途 : 事務所・集会場・店舗
建築面積 : 941.3 m² 延床面積 : 9,964.84 m²
構造 : S造一部SRC・RC造
規模 : B2・F10・P2
建物高さ : 47.95m (塔屋 57.95m)

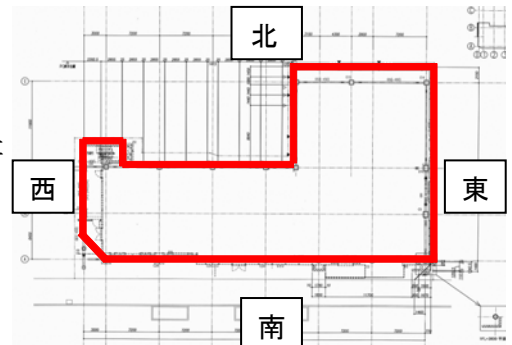


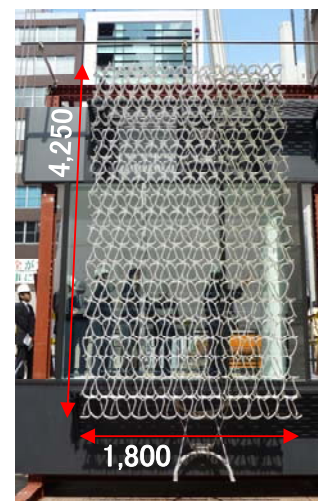
図-2 アルミシェード範囲図

2.2 アルミシェード概要

工事数量 : 7,500 m² (1,016 パネル)
サイズ : 縦 4,250mm×横 1,800mm (写-2)
重量 : 約 360 kg/パネル (アルミシェード)



写-1 北面外観



写-2 ビジュアルモックアップ

2.3 現状と課題

【課題①】

前例のない複雑な外装アルミシェードが全周に及び、コーナー部納まりや意匠の確認検討部位が多数存在し、模型やアルミ鋳物による実大検討ではコストと時間がかかる。(図-3)

【課題②】

製作方法（鋳造・溶接）が確立されていない。

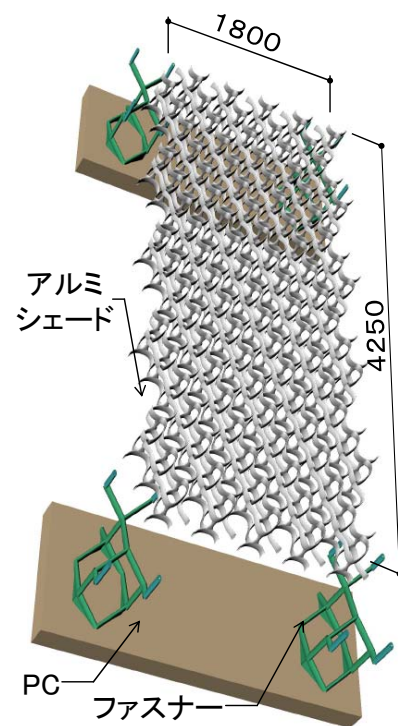


図-3 原設計3Dモデル

2.4 改善のねらい

現状と課題をうけて、意匠性を確保したアルミシェードの開発と、膨大な数量の生産（製造・コスト）効率向上を実現するために3DCADを駆使し、3Dモデルや3Dプリンターを活用して迅速な設計・確認と、新たな生産方式を採用した。

2.5 改善内容

2.5-1 3DCADを駆使した迅速な設計と確認

複雑な形状の意匠性の確認は3次元による検討抜きに語れない。当初パネルのジョイント・目地位置については3Dプリンターの光造形樹脂模型による確認を行った。(写-3)

しかし、四周におよぶ外装は、コーナーの納まりだけでも8カ所にわたる部位検討・確認が必要になる。(図-4)

全ての部位について模型による検討やアルミ鋳物による検討はコストと時間がかかる。そこで3DCADを利用した検討によりコスト低減と時間短縮といった生産性向上に大きく貢献した。(図-5・表-1・2)



図-4 コーナーパネル検討位置



写-3 光造形樹脂模型

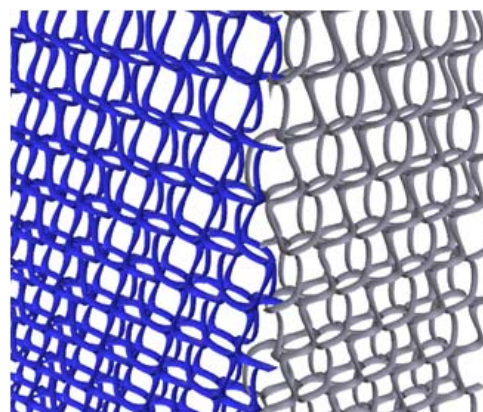


図-5 コーナー一部3Dモデル

表-1 コーナー部検討モデル比較表

コーナー	鋳物対応	3Dモデル対応
意匠性	○	△
納期	4ヶ月	1ヶ月
コスト指標	100	30

表-2 目地位置検討モデル比較表

目地位置	鋳物対応	光造形樹脂模型対応
意匠性	○	○
納期	2ヶ月	1ヶ月
コスト指標	100	95

2.5-2 3DCADを駆使した新たな生産方式の採用

当初の製作方法は表パネルと裏パネルを分割鋳造し、束と呼ばれる部分で溶接する方法を検討した。(図-6・7)

しかし、この製作方法では鋳造可能な会社が2社に限定され、また鋳造後の束材部の膨大な数量の溶接という課題があった。(写-4)

鋳造会社が限定されず生産効率を上げるため、縦を4分割し、1,063mmのユニットとした。(図-8)

また溶接数を減らすため鋳造方法については前例のない『表裏一体鋳造』を開発した。(図-9)

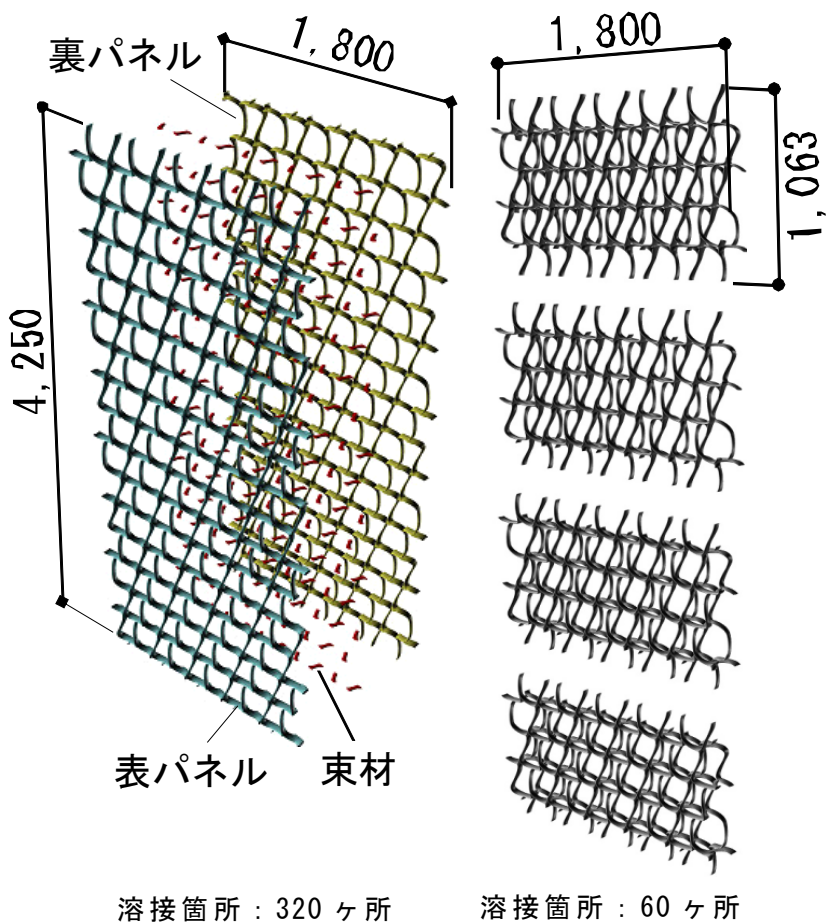


図-7 表裏2分割案

図-8 表裏一体鋳造案

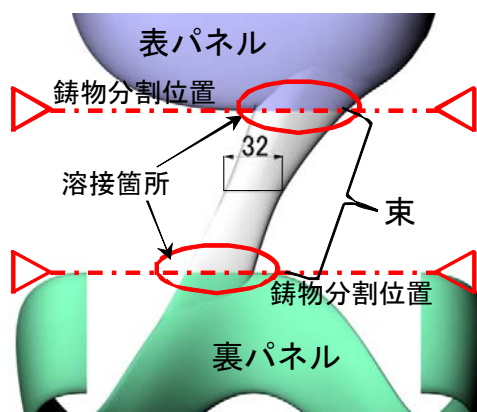


図-6 束材分離案



写-4 束材溶接部

砂型に関しては4段積層型とした。通常の木型では脱型できない斜めの束材の木型については、この部位のみ砂型を脱型した後に脱型可能な『後脱型ピース』を製作し解決した。

(図-9・写-5)

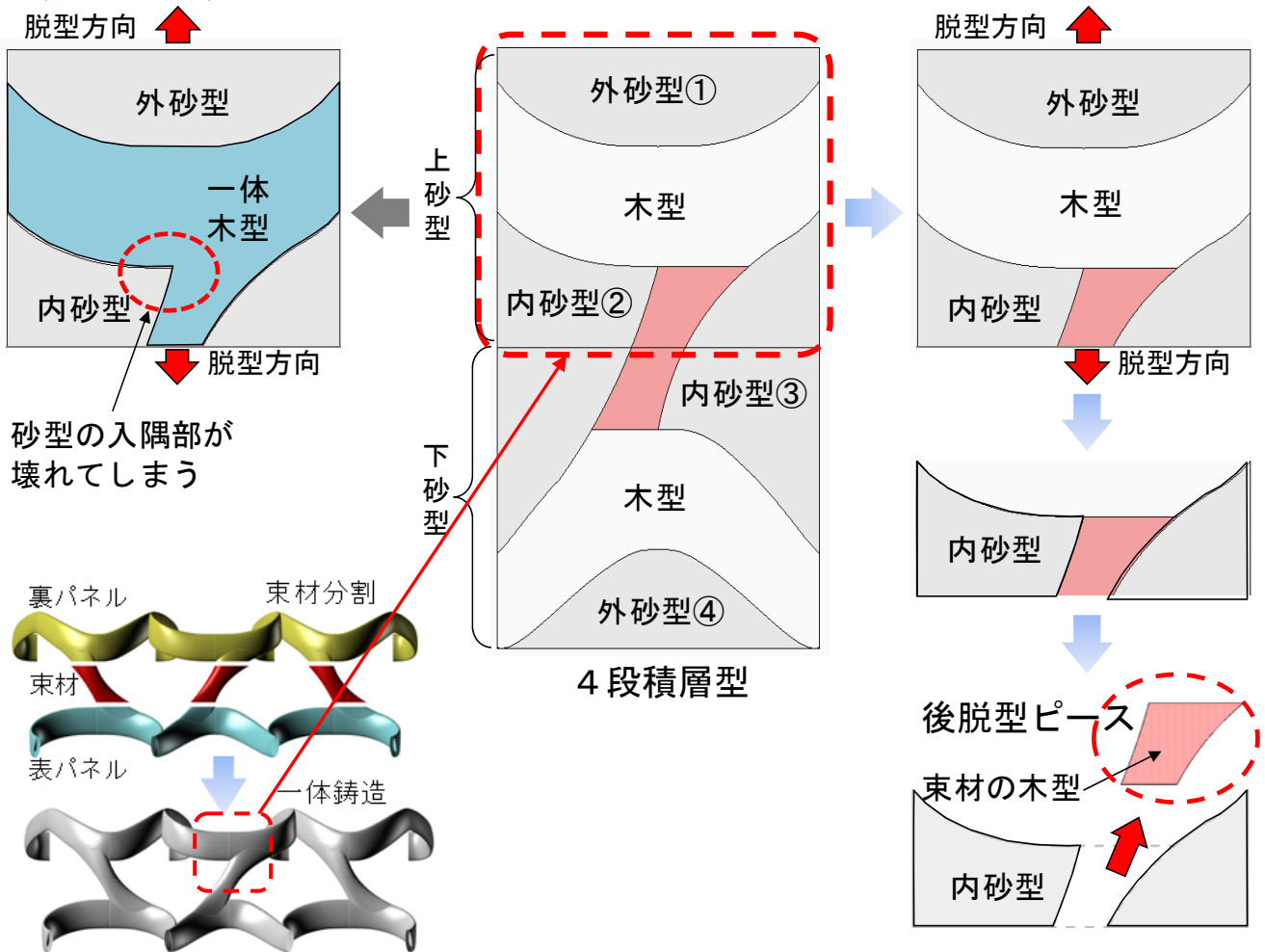


図-9 一体 casting モデル図

3Dモデルにより casting の分割、位置等の検討が簡易かつ視覚的に行うことで、建築主・設計者の承認をスムーズに行うことができた。

決定案である『表裏一体 casting』およびユニット最適サイズ化により生産性が大幅に向上し、溶接人工数・箇所数に至っては

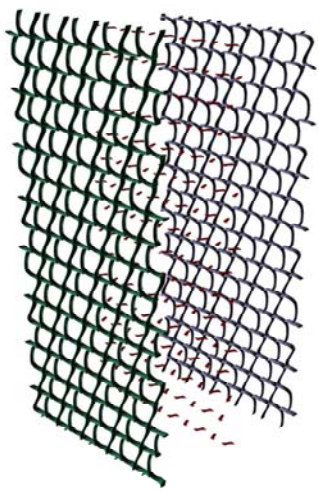
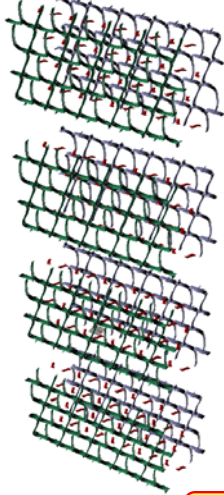
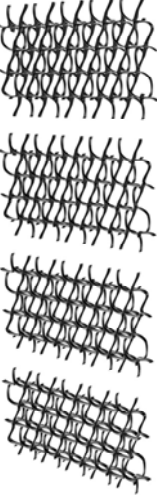
80%以上の削減に成功した。

(表-3)



写-5 後脱型ピース取付状況

表-3 製造方法の比較検討表

案	初期案(2分割+束材分離)	改善案(8分割+束材分離)	決定案(表裏一体铸造4分割)
図			
意匠性	○	×	△
製作精度	△	×	○
納期	1枚/日	2枚/日	4枚/日
コスト指標	100/1枚	75/1枚	60/1枚
製造拠点	1、2社限定	約4、5社可能	4、5社可能
溶接人工	13.3人工	15.5人工	2.5人工
溶接箇所	320箇所	370箇所	60箇所

40%DOWN

80%DOWN

2.6 成果および効果の確認・検証

3Dモデルの活用により確認期間・コストを大幅に低減することができたが、溶接部の仕上工数はかかった。

また一体铸造により溶接箇所数を 232,500ヶ所から 43,500ヶ所に低減することで、アルミシェード単体では 40%のコストダウンおよび製造期間を 30%短縮することができた。

3. 結論

本開発は、前例のない複雑な形状をした外装アルミシェードを、3DCADを効果的に活用することで大幅な生産効率向上を図ると共に、建築主の想いをQCDS Eを満足し、かたちにすることができた。

14. 既存天井の脱落防止合理化工法の実用化

社名：大成建設(株)

氏名：尾方 大輔

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某テナントビル 既存天井脱落防止措置設置工事
(2) 規模(延床面積・階数)	延床面積:2,000㎡、地下2階、地上6階
(3) 用途	事務所
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	東海地方
(6) 施工期間	2013年11月～2014年3月(土日祝祭日のみ)
(7) 工事費	10(百万円)
(8) 設計者	大成建設一級建築士事務所
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> テナント階の既存天井に対して、地震時の脱落防止措置を施す計画。 「テナントの退店が伴う計画は不可」、「日常業務を阻害しない(土日祝祭日で施工、平日朝には通常業務を開始)こと」という条件のため、天井を全面的に解体後、耐震化し現状復旧する方法(従来工法)は採用できない。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> 既存天井を解体せずに、天井下から全ての工事を完結させる。 簡便に施工し、工事で発生する騒音、振動、粉塵を最小限に抑制する。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> 既存天井を解体せず、脱落防止措置を設置できる工法を開発・適用した。 天井下面に格子状の水平材を設け、その水平材と上部構造体とを鉛直支持材で直接連結する構造とした。 粉塵の拡散を低減するアタッチメントを適用した。 アンカー工、内装工(もしくは金属工)の2職種で施工できる工法とした。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	<ul style="list-style-type: none"> 強度、耐力が明らかになった部材を使用し、アンカー引張試験、ボルト、ビス固定度の全数検査を実施すること等で、品質が従来工法より向上した。
・C(コスト)	<ul style="list-style-type: none"> 仮設足場費や産業廃棄物処理費が削減され、また従来工法よりも工期が短くなった分、労務費も削減された。最大で従来工法の約1/2程度。
・D(工期)	<ul style="list-style-type: none"> 天井を解体、復旧する作業や、全面足場の架け出しが不要のため、工事期間が短縮された。最大で従来工法の約1/3程度。
・S(安全)	<ul style="list-style-type: none"> 原則、天井下で全ての工事が完結するため、天井内工事など不安定な態勢での作業がなく、安全性が向上した。
・E(環境)	<ul style="list-style-type: none"> 低騒音、低振動の工具を指定し、また発生する粉塵を最小限とする工夫を図っており、作業環境や工事の外部への影響が従来工法より低減した。
・その他の効果	<ul style="list-style-type: none"> 施工単位が小さい(標準6㎡)ため、分割施工、居つき施工も可能となる。

既存天井の脱落防止合理化工法の実用化

大成建設(株) 建築技術部

尾方 大輔

1 はじめに

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震において、吊り天井や天井内設備の落下が数多く発生した。日本建設業連合会の報告によると、被害件数は2,000件以上、天井・設備の落下による死者は5名、負傷者70名以上とされている。写真1および写真2からも、東北地方太平洋沖地震における吊り天井・天井設備の罹災状況が、いかに甚大なものであったかが分かる。

しかし過去を振り返ってみると、地震による天井・設備の落下被害は東北地方太平洋沖地震が最初ではなく、平成13年の芸予地震、平成15年の十勝沖地震、平成17年の宮城県沖地震においても天井・設備の落下被害が発生しており、その都度、国土交通省（当時、建設省）は技術的助言を提示し危険性を周知してきた。ただその時は、天井脱落に対する危険性を認識し、耐震化対策を施した発注者・設計者・建設会社は少なかった。

しかし東北地方太平洋沖地震の甚大なる天井・設備の落下被害を受け、国土交通省は天井に係る建築基準法施行令の改正と、新たな告示の公布により、法的拘束力を有する厳格な技術基準を定めた。一定の条件に適合する天井（「特定天井」）に関しては、告示等で示す耐震化が義務となり、それは新築・増改築工事の天井だけでなく、既存の天井についても遡及を受けることとなる。ただし、既存天井については新築時の基準（耐震天井）に適合させる他に、落下防止措置の適用が認められることになった。



写真1 天井の罹災状況



写真2 天井・設備の罹災状況

このような社会背景から、建物所有者の天井の安全性に対する認知度が高まり、昨年より既存天井（特定天井以外も含め）の脱落防止をどう講じたらよいかという問合せが急増した。その際、我々がまず耳にすることは、居室を使用しながら短工期・ローコストで天井を改修できないか、という建物所有者の要望である。そこで弊社は、既存天井の解体を伴うことなく、原則として居室内からの作業により天井落下防止部材を設置できる「T-Ceiling Grid」工法を開発し運用しているのでここに報告する。

2 工事概要

工事名称：某テナントビル 既存天井脱落防止措置設置工事

規 模：延床面積 2,000m²、地下2階、地上6階

用 途：事務所

主要構造：鉄筋コンクリート造

建 設 地：東海地方

施工期間：2013年11月～2014年3月（土日祝祭日のみ、一部夜間）

設 計 者：大成建設一級建築士事務所

3 施工計画

当該建物は東海地方に立地し、築40年以上が経過していた。弊社は建物所有者より、既存天井に対する地震時の脱落防止措置について、どのような対策を講じることができるかという検討依頼を受けた。依頼を受けた当時、国土交通省からは新告示に関する概要（「安全上重要である天井及び天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件等を制定・一部改正する告示案について」、以下「告示案」）が公表されており、最初に提案した対策方法は、告示案に従った耐震天井化であった。

耐震天井化の方法は、既存天井を全面的に解体した後、適切な本数の耐震ブレースを設置し、天井を復旧するというものである。耐震天井化を提案する際、「対策の実施に当たっては工事期間中、居室を閉鎖する必要がある」ことを条件に付記したところ、「テナントの使用状況を鑑みると、フロー内をローリング的に工事を行う分割施工としても、採用は困難である」との見解が建物所有者より出された。

この施工条件により必然的に、天井レス（既存天井の撤去）や膜・不燃シートを用いた軽量天井への変更といった対策方法も、提案から除かざるを得なかった。また告示案には規定が無いものの、過去に採用実績の多い天井下地接合部補強という減災対策案も、天井ボード2枚張り、1m程度の天井懐高さ、天井内に設備配管・ダクトが密集するとい

う現状から、不相当と判断された。

その結果、居室を使用しながら短時間で天井脱落防止措置の設置を可能とする新工法を開発し、適用することとした。開発方針には以下の内容を掲げ、部材断面の選定や配置を検討し、必要な耐力試験を実施するとともに、設計手法、施工管理方法を確立した。

図1にT-Ceiling Gridの概要を示す。

- ① 告示案（後に新告示）に準拠する
- ② 法（消防則）に抵触しない
- ③ 優れた施工性を実現する
- ④ 品質管理を明確化する
- ⑤ 自由度のあるデザインとする

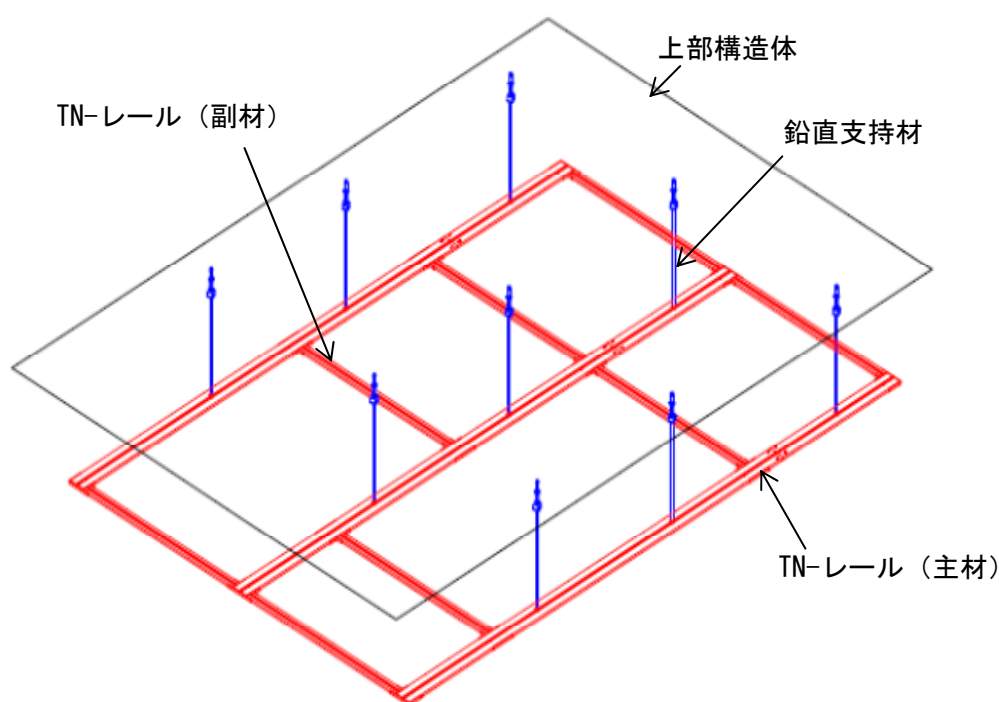


図1 T-Ceiling Gridの概要

4 技術概要

T-Ceiling Gridは、軽量なアルミ製の水平材（以下「TN-レール」）を天井直下に格子状に配置し、当該TN-レールと上部の構造体を、新たに設置する鉛直支持材を介して直接連結する構造を採用している。鉛直支持材を新たに設置する構造とした理由は、新告示の技術基準解説書にある「落下防止措置部材を構成する材料の品質（強度、耐久性等）が明らかにされていること」および「落下防止措置部材の吊元は、構造耐力上有効に構造耐力上主要な部分等に伝えることができる剛性および強度をもった構造」とするとい

う規定に忠実に従うためであり、部分的にも既存天井下地に頼った落下防止措置は、当該規定を準拠したものではないと考えたためである。当該構造を採用することにより、T-Ceiling Gridは天井下地接合金物の破損だけではなく、吊りボルトの破断や吊元接合部の破損など、既存天井で発生する全ての天井脱落要因から天井の大規模落下を防ぐことを可能とする。図2に当工法の落下防止構造としての概念を示す。

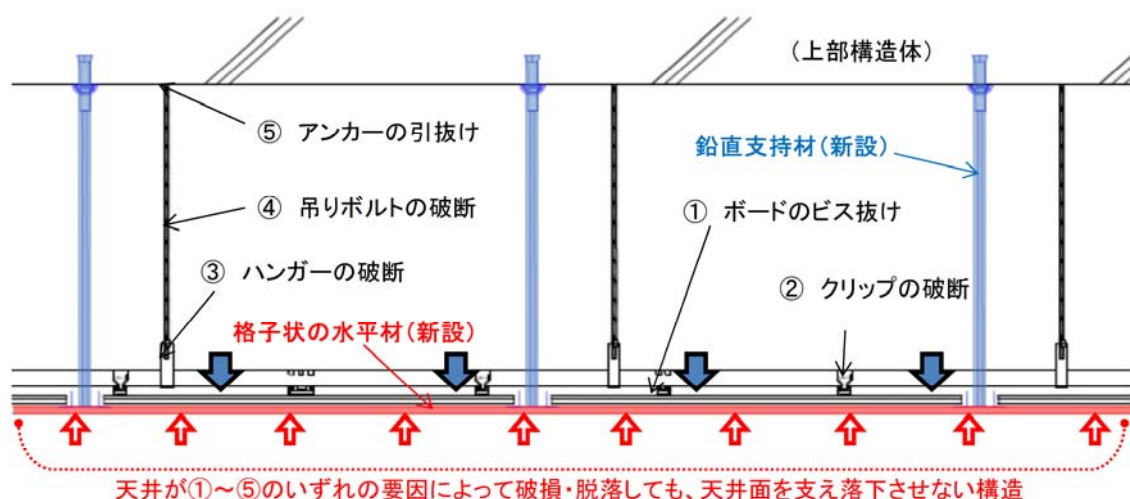


図2 T-Ceiling Gridの脱落防止概念

(1) 鉛直力

T-Ceiling Gridは、落下防止措置としての十分な鉛直支持力を担保できるよう、部材自重を含めた天井重量に対し、全ての部材・部材接合部が許容応力度もしくは許容耐力の2倍以上の安全率を有するように計画する。写真3および写真4に示すように、新規に考案・採用した部材は、試験によりその性能を確認し許容耐力を設定した。この設計手法を選択した理由は、鉛直支持材やTN-レールの配置間隔は、既存天井の仕様（天井質量、懐高さ、平面・断面形状、下地位置、設備開口寸法・配置など）に合わせて必ず異なってくるが、どのような場合でも一定の性能を確保するためである。



写真3 TN-レールの試験状況



写真4 ピン構造部材の試験状況

(2) 水平力

地震時の水平慣性力に対しては、当該部材が水平力を受けないよう周辺壁等と離隔を設ける配置とし（既存天井と周辺壁との間には離隔を設けない）、鉛直支持材の吊り元にはピン構造の部材を取付けることで、長時間地震動を受けた際の鉛直支持材の破断を防止する構造としている。

(3) TN-レールの配置

T-Ceiling Grid は、天井下部を全面的に覆う落下防止工法（ネット張り工法等）と異なり、TN-レールを格子状に配置する構造であるため、消防法で示すスプリンクラー散水障害規定に抵触しないよう、スプリンクラーから一定の離隔を設け配置することができる。写真5のように照明や空調機との干渉を避けて配置したり、写真6のように天井点検口の開閉を妨げない構造をとるため、照明器具の取り換えや設備更新など、日常のメンテナンス性を損なうことが無い。

TN-レールには焼付塗装やカッティングシート貼りが可能で、既存天井のイメージを踏襲したり、逆に目立たせるなど格子を活かしたデザインが可能である。TN-レール間に膜もしくは不燃シートを張ることにより、断片的な天井ボードの落下も防ぐことができる。



写真5 設備機器を避けた配置



写真6 点検口の納まり

(4) 施工

T-Ceiling Grid は、原則として天井内部に作業員が立ち入ることなく、鉛直支持材を設置することができる。2業種（アンカー工、内装工もしくは金属工）で作業を完結させることができるなど施工方法を簡便とし、落下防止措置の設置に係る工事期間を短縮する工夫を細部まで凝らしている。工事費に関しても、既存天井を解体し耐震化する特定天井対応の工法と比較して、大幅にコストをおさえることができる。低騒音・低振動な

工具を使用し、また作業中に発生する粉塵を最小限に低減するアタッチメントを適用するなど、24時間365日、供用させなければならない居室やサーバールーム、クリーンルーム、ショッピングセンターなどへの対応も想定した。写真7および写真8に実施状況を示す。



写真7 集塵機を用いた削孔



写真8 あと施工アンカー打設状況

(5) 品質管理

施工管理面で重要となるのは、あと施工アンカーの性能およびボルト・ナット・ビスの固定度である。あと施工アンカーの設置は、作業員が異なることで（熟練の程度で）バラツキが生じないように、写真9に示すようにアンカーの固定はトルク値で管理されている。また写真10に示すように、あと施工アンカーの非破壊検査実施が義務化されている。鉛直支持材とTN-レールを固定するボルト・ナットや、TN-レールを相互に接合するビスについては、一本の不足、緩みも許容せず徹底管理されている。

図3に施工手順のフローを示す。



写真9 トルク管理によるアンカー定着

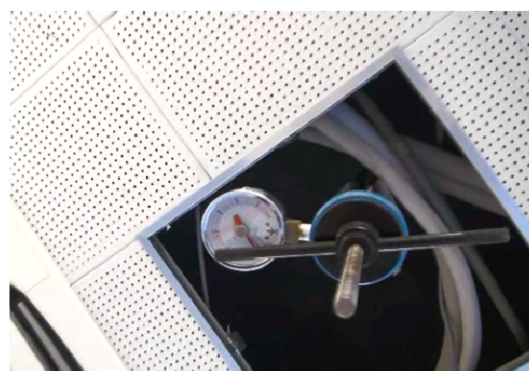


写真10 あと施工アンカー非破壊検査

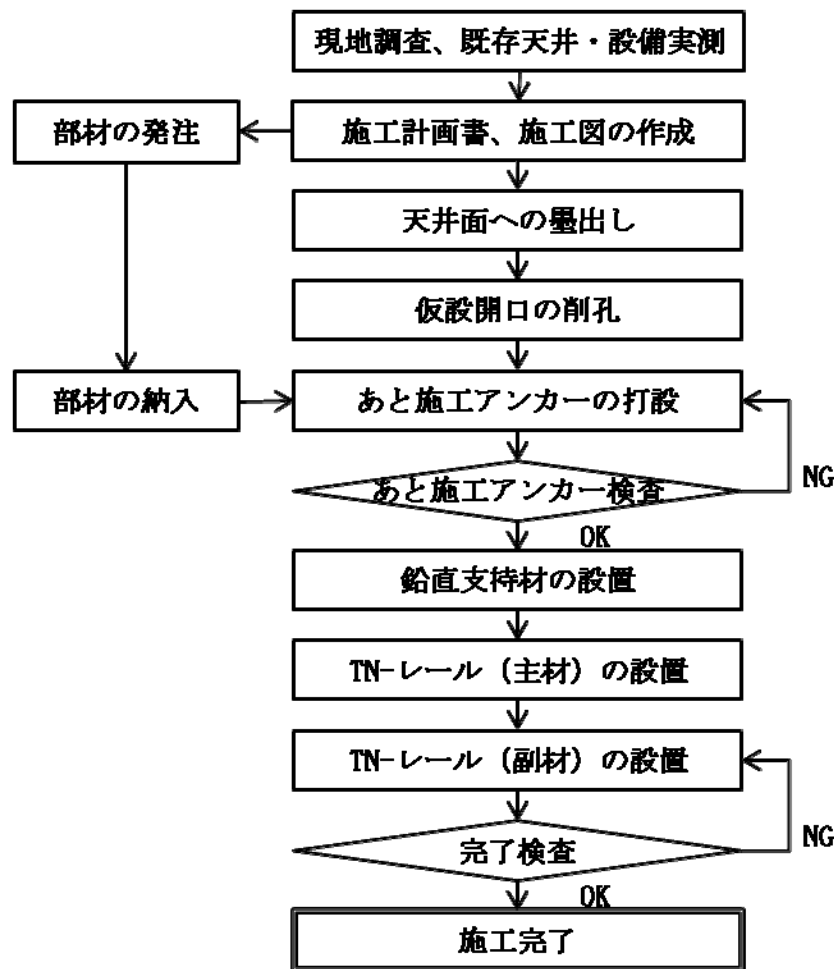


図3 T-Ceiling Gridの施工フロー

5 改善による効果

強度、耐力が明らかになった部材を使用し、アンカー引張試験、ボルト・ビス固定度の全数検査を実施することで、品質が従来の落下防止措置工法と比較し向上した。コストに関しては、耐震天井化工法と比較して仮設足場費や産業廃棄物処理費が削減された。既存天井の解体、復旧に係る作業工程や、全面足場の架設が不要なため、工事期間が短縮され（耐震天井化工法の約 1/3）、労務費が削減された（耐震天井化工法の約 1/2）。

原則、天井下で全ての工事が完結するため、耐震天井化工法で行わなければならない不安定な態勢での天井内作業などが無くなり、安全性が向上した。低騒音、低振動の工具を指定し、また発生する粉塵を最小限とする工具や工夫を図ることで、作業環境や工事の外部画の影響が耐震天井化工法と比較して低減した。当該工法の施工単位は小さい（標準 6m²）ため、一部で発生した分割施工に対しても施工効率を低下させることなく作業を完遂できた。写真 1 1 および写真 1 2 に、当該工法の完了状況を示す。



写真11 T-Ceiling Grid 設置状況①



写真12 T-Ceiling Grid 設置状況②

6 まとめ

本報では、既存天井の落下防止措置工法「T-Ceiling Grid」の概要と、工事への適用効果について報告した。当工法は、建物所有者の天井脱落対策に係る負担を軽減し、また安全・安心に寄与するものと考えている。なお当工法は現在までに、全国で8件を受注し、うち5件の工事を完了している。

15. 集合住宅における床先行床鳴り事象の改善

社名：前田建設工業(株)

氏名：飯塚 康治

事例概要

項 目	内 容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	(仮称)六本木三丁目共同住宅新築工事
(2) 規模(延床面積・階数)	延床面積:6,232㎡、地上17階、塔屋1階
(3) 用途	集合住宅
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	東京都港区
(6) 施工期間	2012年8月 ~ 2014年3月
(7) 工事費	1,748 (百万円)
(8) 設計者	(株)T設計工房
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況)	・内装工事において、壁を先行し置床を行う壁先行型と、置床を行ってから壁を施工する床先行型の二通りがある。遮音性能に関しては両者に差が無いとの報告がある。しかし、多くの現場において壁先行が行われ、床先行は「床鳴り」が出易いのでは、と避けられる傾向にある。
(2) 改善の目的	・床先行は、壁先行より施工上安全であり、コスト的にも安価であることから、床先行の有効性の確認と床鳴り対策の検討を行う。
(3) 改善概要	・床鳴り対策として、各部位の隙間管理、及びLGS施工方法を改善した。
(4) 改善による効果	
・Q(品質)	・壁先行の場合、床配管を処理しながらLGS施工になるのに対し、床先行の場合、置床上での平場作業になることで、LGS建込み精度確保が有利であった。また、引き渡し3か月点検を迎え、床鳴りクレームがなかった。
・C(コスト)	・床先行は壁先行に対し一住戸面積当たり840円/㎡減となった。
・D(工期)	—
・S(安全)	・床先行により、間仕切り工事が電気・機械設備の配管がない置床上での施工となったことによって、安全面でも非常に優れている。
・E(環境)	—
・その他の効果	—

集合住宅における床先行床鳴り事象の改善

前田建設工業(株) 東京建築支店
飯塚 康治

1. はじめに

内装工事において、壁を先行し置床を行う方法（以後、壁先行）と、置床を行ってから壁を施工する方法（以後、床先行）の二通りがある。

床先行において既存の文献より上下階の遮音性能は壁先行と同等であり、大手デベロッパーで標準とされているところもある。しかし、多くの現場において床先行は不具合が出易いのではと避けられ、壁先行が多く行われる傾向にある。二現場を通し、床先行が壁先行よりも施工上安全であり、コスト的にも有利であったことから、床先行の有効性及びその不具合に対する対策の検討の報告を行う。

2. 工事概要

工事名称	(仮称)六本木三丁目共同住宅新築工事
工事場所	東京都港区六本木 3-18-15
発注者	NTT 都市開発(株)
設計・監理	(意匠・電気・機械・総括) (株)T設計工房 (構造) 前田建設工業(株) 一級建築士事務所
施工	前田建設工業(株) 東京建築支店
工期	平成 24 年 8 月 1 日～平成 26 年 3 月 27 日
建物用途	共同住宅(分譲) 94 戸
構造	RC 造 地上 17 階
延床面積	6,232.13 m ²

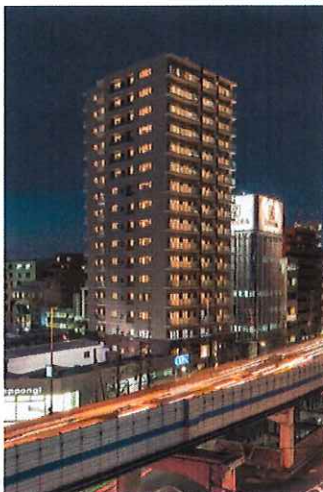


写真1 竣工写真(南西)



写真2 エントランス



写真3 内装



写真4 竣工写真(北東)

3. 壁先行と床先行の比較

壁先行と床先行のQCDSに関する比較を行う。
 なお比較対象として、図1の当現場の標準タイプ
 (56.27㎡)を例にする。

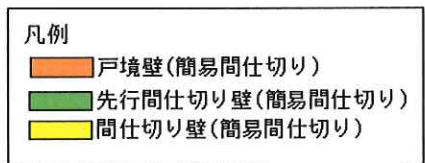
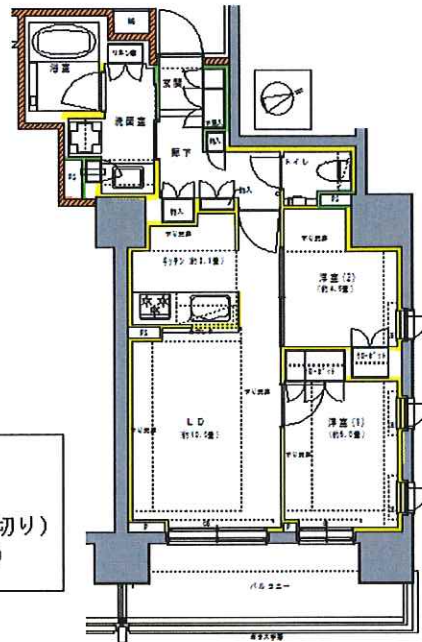


図1 標準タイプ図

① D(工程)

壁先行と床先行の主な工種の工程を比較すると以下の通りである。

下図(図2, 図3)より、壁先行が15.25日、床先行が15.5日と工程的に大きな差がない。

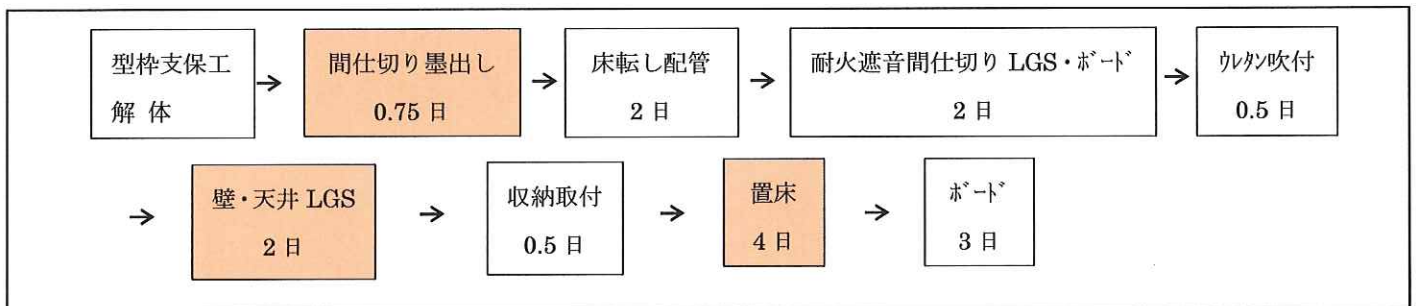


図2 壁先行の工程

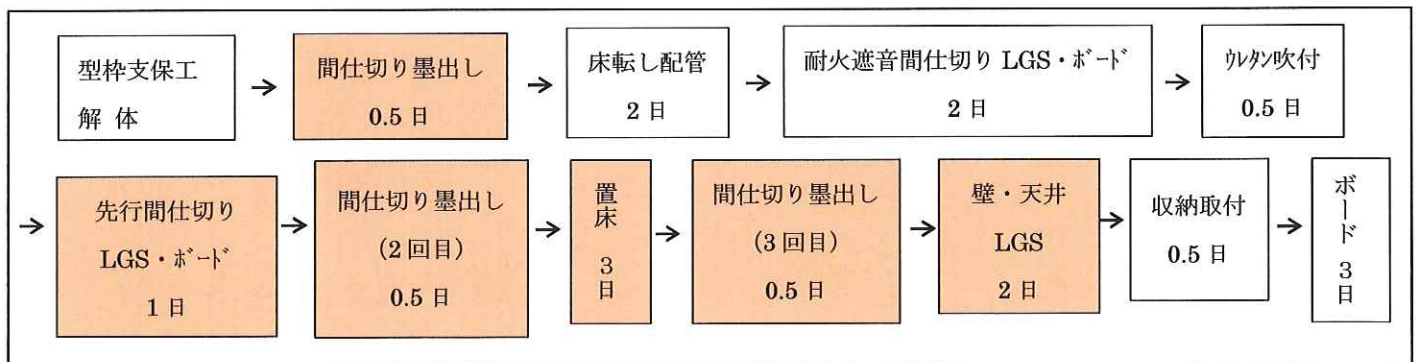


図3 床先行の工程

②S (安全)

専有部間仕切り施工前のそれぞれの状況は以下の写真通りである。内装工事の要である間仕切り工事において、**床先行は**足元に電気・機械設備の配管がない置床の上から施工できることより**安全面でも非常に優れている**。また、置床工事においても**床先行は**、間仕切り壁が無い状態での作業であることより広く作業場所を確保でき**安全といえる**。



写真5 壁先行間仕切り壁前状況



写真6 床先行間仕切り前状況

③Q (品質)

壁施工では、軽量工事が床配管との取合いを切断・補強等の処理をしながら施工になる。それに対し**床先行は**、置床上での(平場での)作業になる。そのことより、**間仕切り工事の品質確保が壁先行より有利である**。

ただし、**床先行は**壁先行に対し**各検査において床鳴りの指摘が多い**

④C (コスト)

壁先行と床先行の1住戸あたりのコスト比較を図1のプランで行う。

(墨出し) 壁先行 0.75 人工×21,000 円=15,750 円

床先行 1.50 人工×21,000 円=31,500 円

床先行が **15,750 円増**

(置床) 床先行に対し壁先行は、際根太の数量が壁の両側に必要になることから、増となる。また、壁先行に対し床先行は、壁位置の直下に補強脚が必要になることから、増となる。

[際根太]

壁先行 74m×2,000 円=148,000 円

床先行 43m×2,000 円= 86,000 円

[壁下補強]

壁先行 0m×1,500 円= 0 円

床先行 12m×1,500 円=18,000 円

床先行が **44,000 円減**(材工)となる。

(LGS・ボード) 床先行に対し壁先行は、置床下のLGS及びボードの数量分が増となる。

壁LGS及びボードの材工では床先行の方が21,000円の減となる。

以上より、床先行が壁先行より1住戸合計で49,250円減となる。(約870円/㎡の減)

① D (工程), ④ C (コスト) を踏まえ比較表を作成する。

表1 比較表

	壁先行	床先行	
Q	○	△	凡例
C	○	◎	△ (普通) : 1点
D	○	○	○ (良い) : 2点
S	△	◎	◎ (より良い) : 3点
	7点	9点	

上記表1より、床先行の方が安全上に優れ、コスト的にも安いといえる。

以上の結果をふまえ、床鳴りの現況を把握し、それに対する対策を検討した。

4. 過去の現場における床鳴り対策

当現場の前に、床先行にて施工を行った同規模同仕様の現場(ウェリス上野池之端)での床先行施工に関して、床鳴り原因の検討を行った。

下記に構造と対策を示す。

(1) 置床及びLGSの構成

- (ア) LGSランナービスピッチ : @450mm内外
- (イ) LGSランナー端部 : シングル
- (ウ) LGSランナービス位置 : 中央
- (エ) ボードビス位置 : 置床から50mm~60mm
- (オ) 置床支持脚ゴム硬度 : 一般55度 壁下65度

(NTT都市開発仕様)



写真7 ウェリス上野池之端

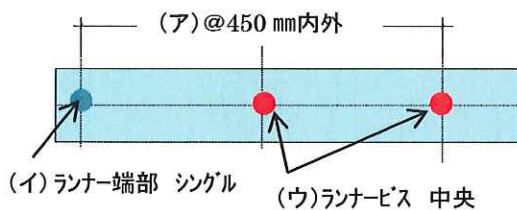


図4 ビス構成



写真8 (ア)(イ)(ウ)ビス構成状況

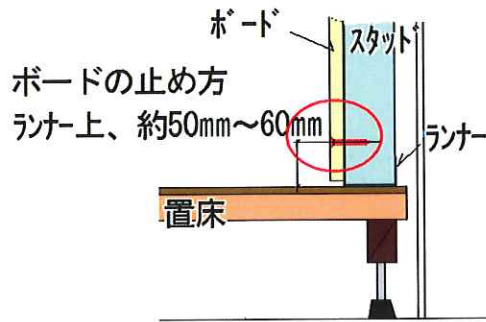


図5 (エ)ボードビス位置

(2) 床鳴り対策

置床工事使用木材の乾燥収縮に伴う木材同士の接触による床鳴りが考えられることより、以下の通りの隙間管理対策を行った。

表2 隙間管理表

隙間管理場所	管理値
① パーチクルボード同士の隙間	15mm
② 捨てベニヤ同士の隙間	4mm
③ 先行壁や壁ウレタン吹付と置床との隙間	10mm
④ 巾木とフローリングの隙間	2mm
⑤ サッシ下枠とフローリングの隙間	2mm
⑥ ユニットバス下枠とフローリングの隙間	2mm



写真9 ①③壁・パチ隙間状況



写真10 ②捨てベニヤ隙間状況



写真11 ⑤サッシ額縁下隙間状況

また、隙間管理において写真12、写真13の治具を用い施工・管理を行った。



写真12 パチ隙間用治具



写真13 壁取り合い用隙間治具

(3) 他工種との取合いルール

他工種との取合いについて、**施工手順のルール決め**を行った。

このルールは作業手順の周知会及び作業場所への掲示により周知徹底を行った。

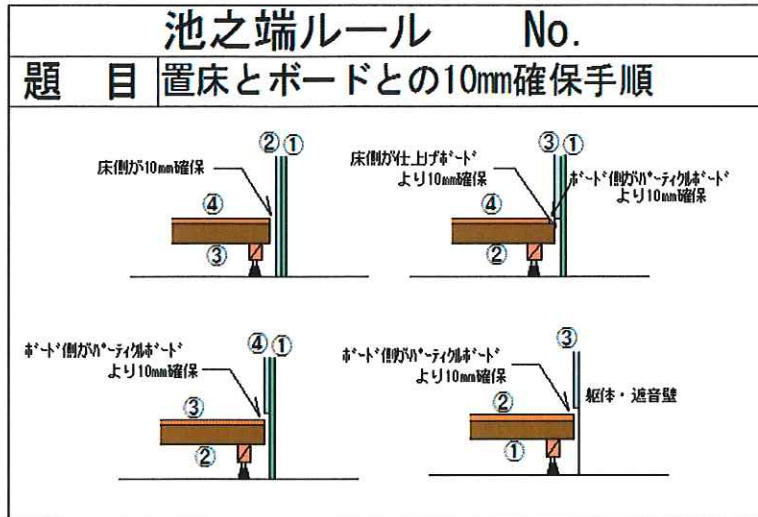


図6 隙間確保手順図(番号は施工順序を示す)

(4) 床鳴り事象の把握結果

(1) 及び(2)により、施工を行った結果を以下に示す。

表3 前現場検査結果

検査	指摘数(78住戸中)	内 容
内覧会	1件	フローリングサネ鳴り
3か月検査	9件	6件が壁鳴り、3件がフローリングサネ鳴り
1年目点検	4件	4件全てが壁鳴り
2年目点検	4件	3件全てがフローリングサネ鳴り

「床鳴り」指摘数は上表の通りであったが、いずれも置床の鳴りでなく **LGS** の壁部もしくはフローリングのサネ鳴りであった。

5. 当現場での対策

(1) 試験施工

次に当現場において、標準タイプの住戸を先の現場と同様な施工方法で**サンプル施工**し、床鳴りの発生状況の確認を行った。その結果、図7の●部で壁鳴りが生じた。

これより**床鳴りがある場所の傾向**として、

- ① 躯体壁のふかし壁部
- ② 床暖や仕上げの違いにより置床に段差がある場所

の2点に絞られる。

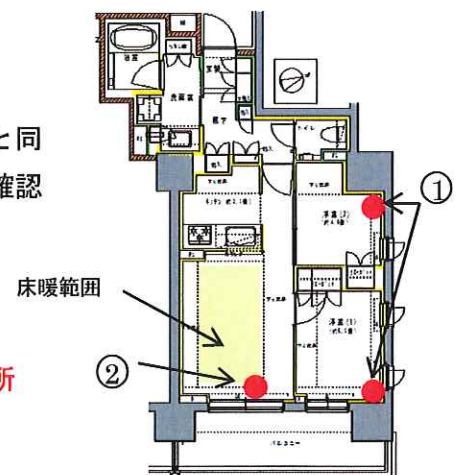


図7 当現場検査結果

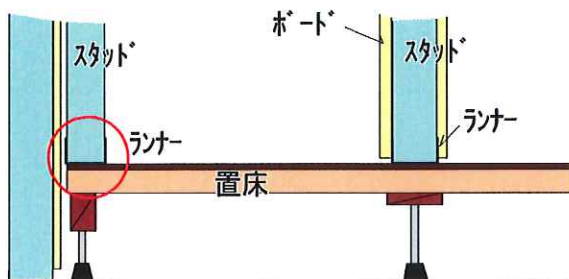


図8 ①増かし壁部



写真14 ①増かし壁部状況

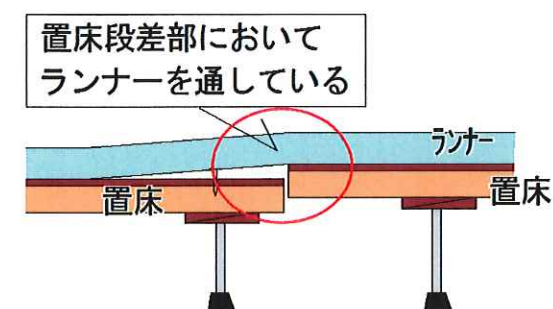


図9 ②段差部



写真15 ②段差部状況

これら2点に関して、床鳴りが生じる要因は、以下の通りと考えられる。

①躯体壁のふかし壁部

下图10のように壁の下の置床が壁をまたいでいる部分では、ふかし壁部分は置床の沈み込みが大きいことからランナーの沈み込みが大きく、ランナーを止めているビスもしくはスタッドを止めている**ビスが鳴る**(図11)。

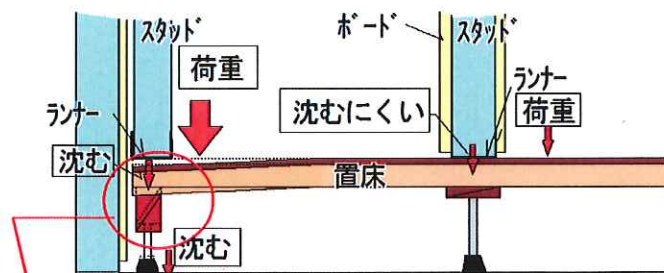


図10 ふかし部原因図

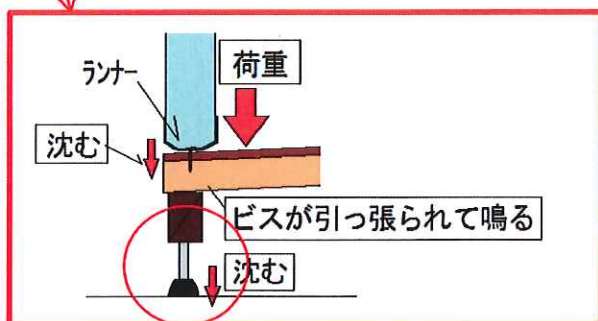


図11 ふかし部原因詳細図

②置床段差部分

図12のように置床に段差があるにもかかわらず、ランナーを通して施工した場合にランナーが引っ張られ、ランナーを止めている**ビスが鳴る**。

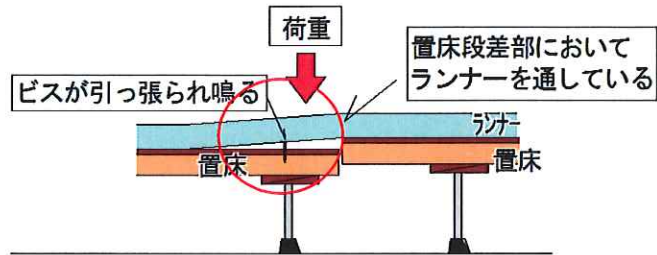


図12 段差部原因図

(2) 当現場での実施対策

前項より、床先行における床鳴りは、床が下がった時にLGSのランナーがともに下がり、ランナーもしくはスタッドを止めている**ビスが鳴る「ビス鳴り」**と言える。

床を踏んだ時に、ランナーとスタッドを置床に追従させることが重要となる。前現場の隙間管理に加え、以下の「ビス鳴り」対策を行った住戸と先のサンプル住戸との比較をおこなった。

表4 ビス鳴り対策

No	内容	ビス鳴り対策
⑦	ランナーのビスピッチ	@300mm内外
⑧	ランナーの端部	ダブル
⑨	ランナー端部の止め方	千鳥
⑩	最下段ボードビス位置	置き床から約30mm(ランナーとスタッドを一体に止める)
⑪	置床段差部のランナー	必ず縁を切る

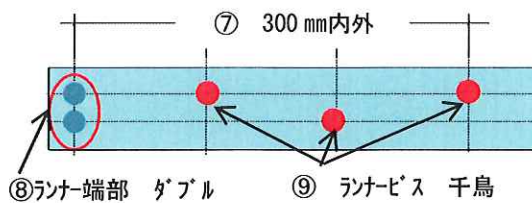


図13 ⑦⑧⑨ランナー止め方対策図



写真16 ⑦⑧⑨ランナー止め方対策状況

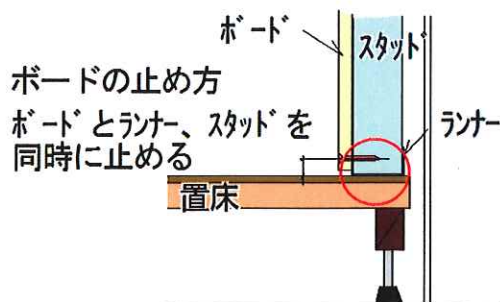


図14 ⑩ボードビス位置対策図

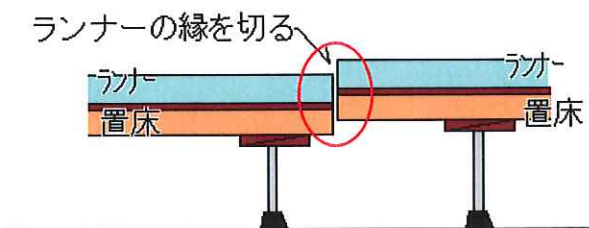


図15 ⑩ランナー縁切り対策図

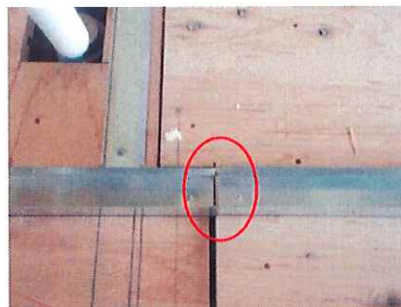


写真17 ⑩段差部対策状況

6. 効果の確認

(1) 品質について

上記の対策を行った部屋に対し、内覧会及び入居者3か月点検において、現在のところ**ビス鳴り(床鳴り)の指摘はなかった。**

(2) コストについて

コストの比較をまとめると表5の通りとなり、**床先行の方がコスト的にも有利であることが分かった。**

表5 床工法のコスト比較表

工種	壁先行	床先行	床先行の増減
墨出し	0.75 人工 × 21,000 円 =15,750 円	1.5 人工 × 21,000 円 =31,500 円	15,750 円増
置床	際根太 74m × 2,000 円=148,000 円	43m × 2,000 円=86,000 円	62,000 円減(材工)
	壁下補強 0m × 1,500 円=0 円	12m × 1,500 円=18,000 円	18,000 円増(材工)
LGS・ボード	床下LGS・ボード	—	21,000 円減(材工)
		合計(1 住戸あたり)	49,250 円(約 870 円/㎡) 減

(平成 24 年時の参考金額)

7. おわりに

床先行は、安全面・コスト面において壁先行より有効と言える。その為には、協力会社との事前打合せにおいて、前述のような施工方法及び手順を施工計画書に反映させ、**事前に周知**させる必要がある。

なお、前現場においてビス鳴りの指摘があったものに対し、スタッドとランナーと置床を長ビスにて一体にする(図16)手直し方法を行うことでビス鳴りはなくなった。現在、同じ場所での再指摘はない。

したがって、巾木施工前のタイミングで「床鳴り自主検査」を行い、床鳴りがあった場合は直ちに上記方法で是正をすることで、不具合の未然防止を図ることが可能である。

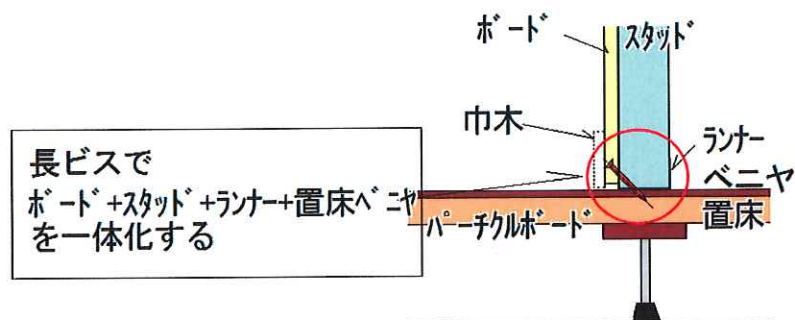


図16 置床の先行ビス鳴り手直し方法

技術提案制度専門部会の活動経緯

1.設置時期 : 1983年10月 (発足時名称:VE専門委員会)

2.活動目的 : **【現在】** ①公共工事等における総合評価方式入札等の技術提案を伴う諸制度に対する調査・提言。
②技術提案活動におけるVE等の価値向上手法の有効活用促進。
【発足時】 ①公共工事におけるVE提案制度の導入の必要性和実現に伴う問題点の検討。
②公共工事におけるVE提案制度の調査・提言。

3.活動実績 : (1)情報の発信・報告書の作成

1984年	VE提案制度の公共工事への適用について
1985年	在日米軍VE提案制度に関する調査報告書 在日米軍基地(三沢)のVE提案制度の実態調査結果
1988年	BCS版VEについて コントラクターの所有する技術活用に関する法的検討(法的検討小委員会)
1989年	VE制度に関する実態調査報告書
1990年	VE特約条項の提案 VE提案活動の建設分野での活用について
1991年	VE提案ケーススタディ報告書
1992年	VE提案制度に関するアンケート報告書
1994年	VE提案制度と活動事例(講習会の実施:東京・大阪・仙台・福岡・札幌)
1995年	同上 改定版 (同上)
1997年	VE提案に対する報奨制度について
1998年	専門工事業者のVE提案制度 VE提案制度の仕組みと活用
1999年	同上 改定版 BCS-VE情報(第1号)
2000年	公共工事VE提案制度の発注工事別要点集 BCS-VE情報(第2号・第3号) VEアウトソーシング業者名簿 VE発表事例集(1997年から1999年分の総集編)
2001年	BCS-VE情報('01:第4号・第5号)('02:第6号・第7号)('03:第8号・第9号)('04:第10号・第11号) ('05:第12号・第13号)('06:第14号・第15号)('07:第16号・第17号)('08:第18号・第19号・第20号) *2009年より、専門部会内部情報・資料とする(「BCS-総合評価方式関連情報」と改称)
2010年	BCS-総合評価方式関連情報('09:第1号・第2号・第3号・第4号)('10:第1号・第2号・第3号・第4号) *2011年より「日建連-総合評価方式関連情報」と改称 建築技術(2009.07)「特集:建築物の価値を高める改善技術 VI事例 改善技術」に寄稿 ・BCS・VE等専門部会の活動 ・施工段階におけるVE・改善事例の活用と留意点(21事例シート)
2011年	日建連-総合評価方式関連情報('11:第1号・第2号・第3号... 2011年11月現在)
1997年	BCS-VE発表会の実施(会場:東京・大阪・仙台、2回/年実施) *2010年より「VE等施工改善事例発表会」と改称
2000年	第10回建築工事東北ブロック会議で契約後VE事例を紹介
2013年	VE等施工改善事例発表会の実施(会場:東京・大阪、2回/年実施... 2014年現在継続中)

(2)意見交換した主な機関

- 1)米国政府機関 米国防総省 (建設技術局VE課 ・ 南太平洋区総局座間担当者)
- 2)中央官庁 国土交通省 (大臣官房技術調査課 ・ 大臣官房官庁営繕部営繕計画課 ・ 大臣官房地方厚生課 ・ 大臣官房研究学園都市施設管理企画室 ・ 関東地方整備局 ・ 北陸地方整備局 ・ 近畿地方整備局)
文部科学省 (大臣官房文教施設企画部施設企画課契約情報室)
防衛省 (装備施設局装備施設本部施設計画課 ・ 中国四国防衛局調達部)
- 3)地方自治体 都・府・県 (東京都財務局 ・ 東京都住宅局 ・ 京都府土木建築部 ・ 大阪府住宅まちづくり部 ・ 和歌山県県土整備部)
市 (神戸市住宅局 ・ 福岡市建築局)
- 4)独立行政法人 都市再生機構 (技術・コスト管理室)
- 5)関連団体 日本バリューエンジニアリング協会 ・ 日本土木工業協会 ・ 日本建築家協会
- 6)その他 京都大学工学部建築学教室 ・ 赤坂VE研究所

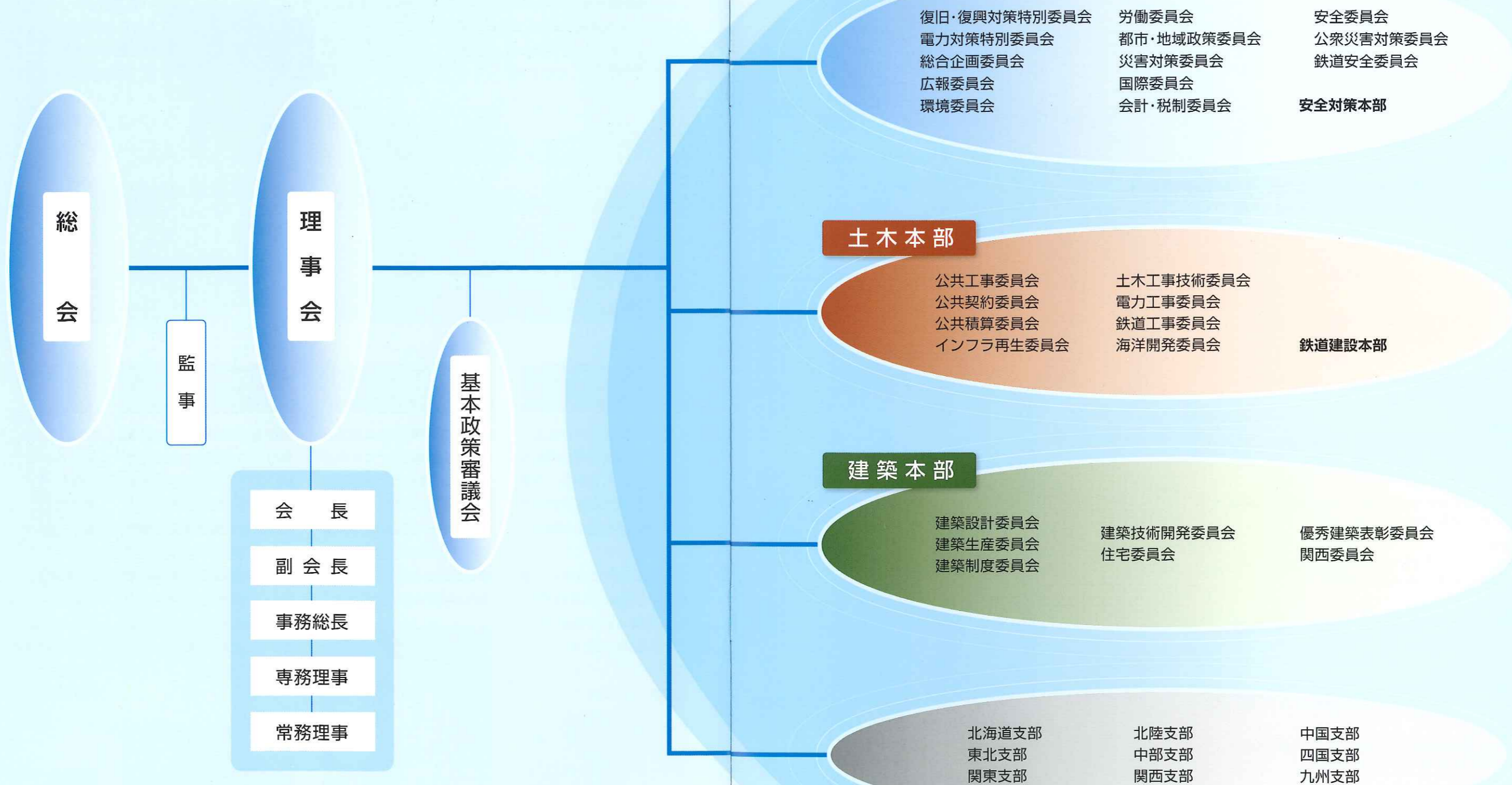
(3)参画・協力・受賞

- 1)神戸市建築コスト低減方策懇談会に参画(1990年~1993年)
- 2)神戸市のVE試行への協力(1990年)
- 3)欧州における公共建築生産方式に関する実態調査(旧建設省)に参加(1993年)
- 4)(財)日本建築センター「バリューエンジニアリングに関する検討委員会」に参加(1993年)
- 5)(財)建築コスト管理システム研究所「公共建築事業実施手法研究会」に参画(1993年)
- 6)(社)日本バリューエンジニアリング協会「VE全国大会フォーラム」への参画(1995年・1996年)
- 7)(財)建築コスト管理システム研究所「公共建築VEの手引き編集委員会」に参画(1998年)
- 8)(財)建築コスト管理システム研究所「公共建築VEの手引き改訂版編集委員会」に参画(2000年)
- 9)(社)日本バリューエンジニアリング協会より「VE特別功績賞」を受賞(2001年)

(4)調査・アンケート等

- 1)外国 在日米空軍三沢基地
- 2)官公庁 旧建設省 ・ 防衛施設庁 ・ 会計検査院
- 3)民間企業 トヨタ ・ JR東日本 ほか

組織 organization



技術提案制度専門部会委員一覧（敬称略・順不同）

[平成 26 年 10 月現在]

主査 加藤 亮一 鹿島建設(株)
副主査 曾我 行雄 (株)フジタ

[第 1 分科会]

（総合評価制度 適用状況調査担当）

リーダー 宗 永 芳 前田建設工業(株)
サブリーダー 本 山 一 弘 東急建設(株)
委員 篠塚 眞 樹 (株)安藤・間
荒 粉 稔 (株)熊谷組
寺 内 康 則 (株)鴻池組
高 崎 哲 哉 五洋建設(株)
新 川 兼 史 佐藤工業(株)
上 中 憲 治 大成建設(株)
中 村 篤 (株)竹中工務店
上 見 修一郎 戸田建設(株)

[第 2 分科会]

（VE等改善事例発表会 企画運営担当）

リーダー 奥 山 信 博 清水建設(株)
サブリーダー 小 林 宏 充 (株)浅沼組
委員 水 島 好 人 (株)大林組
米 川 隆 志 共立建設(株)
伊 藤 広 昭 西松建設(株)
西 尾 浩 治 日本国土開発(株)
河 田 哲 治 松井建設(株)
相 川 威 文 三井住友建設(株)

©一般社団法人 日本建設業連合会（2014 年）

本誌掲載内容の無断転載を禁じます