

鉄道建築 ニュース

特集 令和4年度「建築技術会」受賞論文

2



令和4年度「建築技術会」

審査報告

審査委員長 山本 昌和

■はじめに

令和4年10月21日(金)、令和4年度の建築技術会が開催され、全9件の発表が行われました。

昨年度に引き続き、新型コロナウイルス感染拡大防止策として、オンラインでの開催となりました。発表は、事務局が事前に提出された音声付きのプレゼンテーションを再生する方式および発表者がオンラインでプレゼンテーションを行う方式のいずれかで行われました。各発表後、鉄道建築協会会議室(大塚)に集まった審査員とオンラインで繋がった全国の発表者と聴講者が、ウェブ会議システムを通じて質疑応答を行いました。

この開催方式も令和2年度以降、3回目となります。一部通信状況の不具合が生じましたが、発表順を入れ替えるなど発表者並びに事務局の臨機応変な対応もあり、総じてプログラム通り円滑に進めることができました。

審査の評価基準は、学術的レベル、独創性、熱意、波及効果、発表のわかりやすさを観点として、それらを総合した評価に基づき最優秀賞、優秀賞および奨励賞が選定されました。今回は、最優秀賞1件、優秀賞2件が選ばれましたが、発表された9件はいずれも技術的に価値の高いものであり、鉄道建築の更なる発展に資するものでした。以降に各件名について、講評を述べさせていただきます。

■審査講評

最優秀「無溶接補強工法「スマートウィクシス工法」の開発」

特定鉄道等施設に係る耐震補強に関する省令(2013年4月1日施行)以降、鉄道事業者各社において、旅客上家等の耐震補強の検討・実施が進められています。一方、補強工事に関して、現場溶接の施工性に起因する様々な課題は鉄道建築関係者を悩ませてきました。

本件は、鉄骨造上家の耐震補強工事の工事費削減、工期短縮を目的として、旅客上家の方杖補強において、H型柱の弱軸方向の補強を無溶接で実現する「スマートウィクシス工法」(「ウィクシス」は弱軸(Weak Axis)に由来)を提案するものです。

この工法は、H型柱のウェブを8か所の高力ボルトで挟み込み、更に両フランジをリブとボルトで支える特殊な金物を用いて、H型柱の弱軸方向の水平力と鉛直力に耐えるというもので、従来の溶接工法と同等の耐力があることを試験により確認しています。

更に、築40年以上の古い上家鉄骨材を採取し、複数の塗膜層で覆われた鉄骨材表面に対し、すべり係数試験を行うことで、高力ボルト軸力に対するすべり係数を検討し、古塗膜の除去なしに所定の性能が発揮されるとしています。施工性確認試験でも、溶接作業および塗膜除去作業の削減により、大幅な工事費削減と工期短縮を実現しています。

審査では、弱軸補強や無溶接工法に着目したアイデア、工事費・工期削減効果、工法としての完成度、波及効果の可能性に高い評価が集まりました。無溶接による施工性の他にも、上家の溶接工事に先立つ支障移転や火花対策等の軽減に確実な効果がある点も評価されました。

一方、接合部のすべりに関わる塗膜除去の問題については、採取サンプル数や現場毎のばらつきなど、今後の運用に向けた深度化の意味でも、具体的な検討・設置事例などが拡充され、機会があれば鉄道建築ニュースなどでご紹介いただくことを期待しています。

優秀「レール造上家における耐震限界性能評価法と補強方法の開発」

旅客上家のなかでも保有性能がよくわかっておらず、評価の難しいレール造上家の耐震限界性能評価と補強方法に関する検討をおこなったものです。

レール造上家は、東日本大震災での被害事例があるものの、接合部や曲げ加工が駅それぞれで異なることや、レールの製造年度などにより引張強さなどの基本性能が異なるうえ、複数種のレールが使用されているなど、統一的な耐震性能評価が難しいとされています。

本件では、レール造上家を多く擁する大垣駅を中心に、溶接部を含むサンプルの採取、引張・曲げ・硬さ試験といった基本的な材料性能試験を行うことで、レール造の部材が終局時には溶接部から脆性破壊する可能性を示し、溶接部を避けた補強方針を導いています。

更に、架構や基礎に関する詳細な調査結果に基づき、旅客上家のFEMモデルを使って層間変形角を推定することで、柱脚部の剛性・耐力向上の点で根巻き補強が有効であることを提案しています。また、同様にレール造跨線橋に対する展開結果も紹介しており、こちらは補強不要との判断を導いています。その結果、建替に比べ大幅なコストダウン効果が期待されるものです。

審査では、材料特性の分析やFEM解析などの丁寧な調査に基づき検討した点に高い評価が集まりました。材料、形も様々であり、難易度は相当高いと考えられますが、レール造上家の補強に関する指針に期待する意見も出ました。情報がなく難しいレール造上家の診断に対する良質なケーススタディとしても評価されました。

今後、現地で採取した接合部のサンプルを用いて、接合部の保有性能と解析の妥当性を確認したうえで、具体的な補強法を検討されていくとのことですので、鉄道建築ニュースなどでの続報を期待しております。

優秀「浜松町駅南行ホーム仮上家拡幅」

ホーム拡幅や線路切替工事において、事前施工が一般的であった仮上家工事について、線路切替工事当日に実施するための技術的工夫をおこなったものです。

浜松町駅の橋上駅舎等新設に伴う人口地盤設置、ホーム拡幅を行うプロジェクトでは、線路切替工事と共に、仮上家の設置が当初計画されていました。これは、ホーム拡

幅工事中も仮上家等の確保がお客様サービスの観点から不可欠であることによります。本件では、お客様サービスも担保しつつ、工期短縮・コストダウンのため仮上家の設置を省略し、線路切替工事当日に仮上家拡幅を行うという、過去に例のない施工を行っています。

電車線・軌道等に大きな変更を加える線路切替工事では、建築工事は事前施工する等、工数を減らすことが、これまでの常識でした。しかし、本件では、線路切替工事を最優先とした各系統との競合調整等をポイントとする、工法計画・リスク対策が報告されています。

具体的には、タワークレーンを活用した上家のブロック一括架設や、回転機構を持つ仮上家という斬新な工法により、線路切替当日の仮上家拡幅を実現しています。また、それらを安全・確実に実現するための、試験施工、BIMによる工法計画、更に関係各所との調整や当日オペレーションを含むリスク管理などの事前準備の綿密さは注目に値します。

審査では、これまでの常識を変えるチャレンジングな取り組みであることや、上家先端回転という面白いアイデア、綿密な計画に基づき工事を無事実施された点に評価が集まりました。

本件は特定のプロジェクトにおける成功例ではありますが、今後の水平展開にもつながりそうな網羅的な検討がなされており、ノウハウの蓄積の点でも他社含め後に続く事例が増えることが期待されます。

奨励「新幹線静岡駅旅客上家における耐震補強計画」

東海道新幹線駅の旅客上家の耐震補強に関する取り組みです。過去に紹介されたW・M型上家に続き、F型上家に関する補強方法の検討です。F型特有の外壁の存在や外壁に添って配置されたホーム上設備の支障範囲を制約条件として最適な補強部材の配置を提案しています。

既存コンクリートブロック(CB)壁の活用やホーム上設備の支障移転を最小限にする補強部材の配置、更には施工性を高めた2段ダンパー用ブラケットの提案など、今後のF型上家補強で課題となるポイントを丁寧に検証している点が評価されました。CB壁の取扱いについては審査員の間でも議論となりましたが、今後、他社でもF型上家の補強時に参考となる提案と評価されました。

奨励「米子橋上駅新築工事に伴う解体工事の コスト削減・工期短縮について」

線路に隣接する旧支社ビルの一部を解体し橋上駅を新築する工事において、制約条件の下、数々のアイデアで工期・工費を削減した取り組みです。大型重機活用や昼間作業化による効率化や系統間の協力により、当初工期のリカバリーとコスト削減を実現しています。

多くの駅が抱える線路近接の狭隘な施工環境での工期短縮とコスト削減という明確な課題に取り組み、所定の目標を成し遂げている点が評価されました。特に、建築・機械・電気の保守系統間でプロジェクトチームを作って計画・施工に当たった点に興味を持った審査員も多くいました。お客様にも配慮しながら課題を丁寧に洗い出し創意工夫を積み重ねて工事の合理化を果たした好例です。

奨励「ローカル線区における建築設備のありかたと 駅活用について」

ローカル線区において課題となっている建築設備の保守負担の軽減に関する実践的な取り組みです。老朽化や無人化が進む多くのローカル線が直面する保守費の増大に対し、駅舎や上家、トイレなどの駅設備を一定の基準で仕分けすることで保守費の削減を実現しています。

本件で紹介されたステーショングレードメンテナンス(SGM)による明快なグレード分けや地元意見も意識した取り組みには質問が集まり関係者の関心の高さが窺えます。また、Web サイトを用いた駅舎活用者の募集も、今後の沿線地域と鉄道との関係を再構築する、先駆的かつ他の地域でも参考となる面白い試みであり、今後の進捗などを共有する続報などの情報発信も期待しております。

奨励「工事騒音再現システムの構築 (工事騒音に対するユーザー調整の定量化)」

建築工事で発生する騒音を施設ユーザーと正確に共有する手法の技術開発です。施設を利用しながらの工事は鉄道建築工事の特徴でありユーザーの理解は不可欠です。資料では伝わりにくい音を体感してもらうため、実験を重ね、現場の社員で対応できる手法を開発しています。

建築工事の多くを占める内装工事を代表する、金属打撃

音、発電機稼働音、コンクリ打撃音に着目し、音の再現性や損失の特性について独自性の高い実験でアプローチしています。今回は、距離減衰の特性を活かした手法としていますが、着眼点の面白さとユーザー視点での取り組みが評価されました。実測データの蓄積や計算方法の深度化によっては、更なる拡張が期待されます。

奨励「異常時対応能力向上に向けた取組」

鉄道工事を行っていく上でゼロとはなりにくい様々な事象に対し、発生時における現場を含む関係者の異常時対応能力を向上させるための取り組みです。現行の訓練方法が持つ課題を客観的に分析し、訓練後の振り返りを通じて改善の方向性を見出しています。

異常時対応能力について、過去の訓練で挙げた課題を4つの要素に分類し、必要な「打ち手」が具体的に提案されています。チャットやWeb会議などツールの特長を活かした情報共有や、支社ニーズも考慮した状況整理の提案から分かる関係者の連携の重要性は、他社でも大いに参考になるものです。今後、効果的な異常時対応マニュアルに繋がることを期待しています。

奨励「既存建物構造調査における調査手法の検討」

吹田総合車両所内の建屋改修に伴う構造調査について、操業しながら隠蔽部の現状を適切に把握する手法に取り組んだものです。財産図がない場合に対しても、大掛かりな調査なしで図面を完成させる考え方を提案し、工期短縮とコスト削減を実現しています。

財産図のない既存建屋の改修と掘削を伴う調査作業は多くの鉄道会社が直面する悩ましい課題でもあります。本件で紹介された、財産図がない場合も架構の特性と露出部の分析から基礎を推定する方法は、多くの審査員がそのアイデアの面白さと有効性を評価しました。今後、類似建物への展開可能性や法的手続きの側面など、関係者の間で情報交換が進むことを期待しています。

■おわりに

今年度も審査の過程を通じ、鉄道建築が抱える様々な課題とそれに取り組む関係者の熱意と実行力を再認識しました。コロナ禍に伴う旅客数の減少は、完全に復活したとは言えない状況ですが、そのような制約下でも創意工夫を重ねながら、鉄道の維持・発展を支えるプロジェクトや技術

開発に携わる皆様に改めて敬意を表します。

Webでの開催も3回目となりますが、お忙しい中、準備いただいた発表者の皆様、事務局の皆様に御礼申し上げますとともに、Webでご参加の皆様、発表者を送り出して頂いた職場上長の皆様にも心より感謝申し上げます。

令和4年度「建築技術会」受賞一覧

賞	件 名	会 社 名	発 表 者 名
最優秀	無溶接補強工法「スマートウィクシス工法」の開発	JR 東日本研究開発センター テクニカルセンター	吉田 卓矢
優 秀	レール造上家における耐震限界性能評価法と補強方法の開発	東海旅客鉄道株式会社 東海鉄道事業本部 施設部 建築課	菅原 郁子
優 秀	浜松町駅南行ホーム仮上家拡幅	東日本旅客鉄道株式会社 東京建設プロジェクトマネジメントオフィス	藤森 裕平
奨 励	新幹線静岡駅旅客上家における耐震補強計画	東海旅客鉄道株式会社 建設工事事務部	余田 修平
奨 励	米子橋上駅新築工事に伴う解体工事のコスト削減・工期短縮について	西日本旅客鉄道株式会社 中国統括本部施設部（米子駅工事）	伊藤 竜一
奨 励	ローカル線区における建築設備のありかたと駅活用について	九州旅客鉄道株式会社 鹿児島支社 鹿児島工務所	濱田 菜波
奨 励	工事騒音再現システムの構築 (工事騒音に対するユーザー調整の定量化)	東日本旅客鉄道株式会社 東京支社 東京建築技術センター	丸山 幸伯
奨 励	異常時対応能力向上に向けた取組	西日本旅客鉄道株式会社 大阪工事事務所 建築技術課	梶村 達志
奨 励	既存建物構造調査における調査手法の検討	西日本旅客鉄道株式会社 大阪工事事務所 大阪建築工事事務所	吉田 力

■令和4年度「建築技術会」審査委員

委員長 山本 昌和	公益財団法人鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 建築研究室 室長
委 員 伊積 康彦	公益財団法人鉄道総合技術研究所 研究開発推進部 公的資金研究課 課長
委 員 小林 秀典	一般社団法人鉄道建築協会 専務理事
委 員 小山 剛	JR東日本ビルテック株式会社 本店 常務取締役 (代理：坂本圭司 JR東日本ビルテック株式会社 技術本部 技術部 部長)
委 員 田中 憲司	株式会社交建設計 代表取締役社長 (代理：小島正直 株式会社交建設計 設計本部 第一設計部 部長)



無溶接補強工法「スマートウィクシス®工法」の開発

JR 東日本 テクニカルセンター
東京建設プロジェクトマネジメントオフィス
構造技術センター

吉田 卓矢 原口 圭
渡辺 恵介
楠田 健

1 はじめに

「スマートウィクシス®工法」は、H 鋼柱の弱軸方向に対して高力ボルトを用いて方杖材を接合する現場溶接が必要ない耐震補強工法である。当社とセンクシア株式会社、東鉄工業株式会社の3社共同で技術開発し、「弱軸」を意味する英語「weak axis」を基に名付けた。本稿では、この「スマートウィクシス®工法」の概要と開発経緯について記載する。

2 開発背景

耐震補強や駅改良に伴う上家改良において、架構の耐力および剛性向上や柱梁接合部の応力負担軽減を目的として方杖補強が採用されることが多い(図1)。H 鋼柱に対する方杖の接合は、既存柱のフランジおよびウェブ部分にガセットプレート等の現場溶接が必要である。しかし、ホーム上の溶接作業は列車が運行しない時間帯(終電～始発間)で行う必要があり、施工性が悪いことや、周辺設備の養生(写真1)、移設などにより工期の長期化やコスト増が課題となっていた。

現場溶接が必要ない H 鋼柱の強軸方向の補強工法は既往の工法(スマートアタッチ®工法:センクシア株式会社)が存在し、弊社でも導入を行っているが、弱軸方向の既往の無溶接工法はなかった。

そこで、上記の課題解決のため、H 鋼柱の弱軸方向を対象とした無溶接補強工法「スマートウィクシス工法」を開発した。

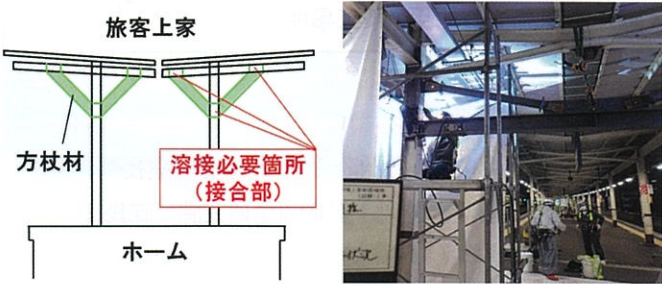


図1 方杖補強イメージ略図



写真1 溶接作業の様子略図

3 開発工法

図2に開発した工法の模式図、金物形状を示す。開発工法はH 鋼柱のウェブを金物で挟み込み、高力ボルトで締付けることにより、方杖用ガセットプレートを接合する。H 鋼柱のウェブ面への金物接合は、方杖から力が作用したときフランジが変形する恐れがあるため、内側からフランジを拘束するボルトを設けた(図3)。このフランジ拘束ボルトはリブに施されたねじ切りによって取り付けられ、ボルトの頭をフランジ内側に突っ張らせることで、フランジの変形を防止する。これにより、接合部で損傷することなく、H 鋼柱-方杖間で応力を伝えることができる。

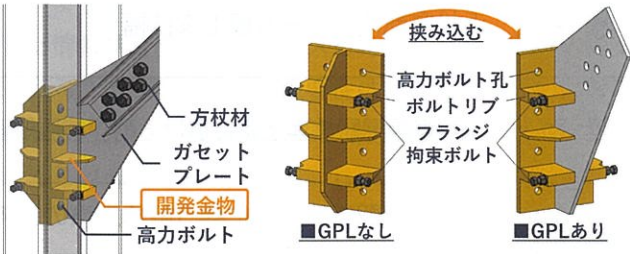


図2 開発工法模式図(左)と開発金物形状(右)

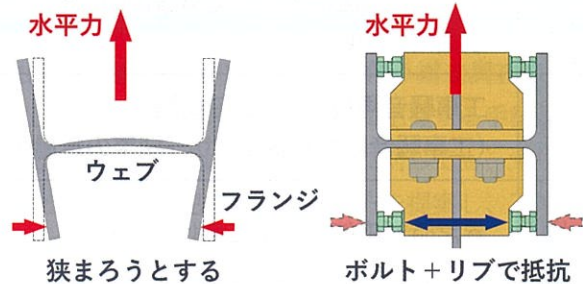


図3 フランジの変形・拘束

4.1 交番载荷試験 計画

開発工法の性能を確認するため、载荷実験を行った。写真2に試験体設置状況、図4に試験体組図を示す。架構の半分を上下反転し、柱脚側を加力する計画とした。柱下端から加力ジャッキまでの距離(3,200mm)、柱下端から柱材心と方杖材心の交点までの距離(1,000mm)は全試験体共通とした。梁は剛体に近づけるため、梁下端全面に高力ボルト接合を行い梁の曲げ変形を抑えることとした。また、柱材の横座屈を防止するため補剛材を設け、柱材の曲げ降伏が生じるように計画した。



写真2 試験体設置状況

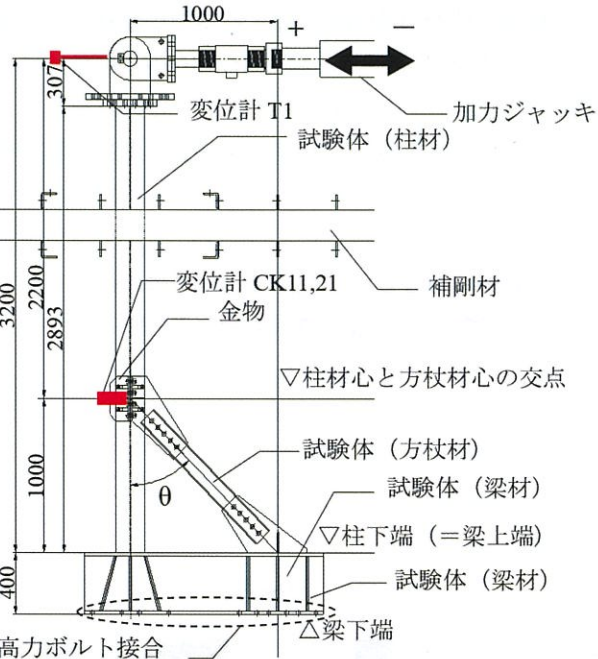


図4 試験体組図

表1に試験体一覧を示す。溶接を用いた在来工法の納まりを参考とし、柱材サイズがH 200x200x8x12であるものを試験体 No.1 とした。試験体 No.2 は「柱材-方杖材接合部」を金物による接合方法とした。試験体 No.3、4 は、柱材サイズを変更し、それに応じた金物を使用した。試験体 No.5 は、金物と柱材ウェブ面に生じる面外方向と面内方向の荷重比率の影響を把握するため、No.2 と比べ方杖角度を大きくした。試験体 No.6 は柱-金物接触面におけるすべりの影響を確認するため、No.2 試験体と同サイズの柱と金物をテフロンシートを介して接合した。柱-金物接触面は、摩擦面処理(柱材ウェブ面は赤錆、金物面はショットブラスト)を行い、すべり係数 $\mu=0.45$ 以上確保できるようにした。方杖材は柱材のサイズに応じた断面とした。载荷は、漸増変位振幅による交番繰り返し载荷とした。柱材の材料試験による実強度で計算される柱の全塑性曲げ耐力 P_u に対応する弾性変位を基準変位値 δ_u とし、第一サイクルは、柱の降伏曲げ耐力の計算値 P_y の1/2で

2 回正負に加力した。その後、変位振幅 $\pm \delta_u$ 、 $\pm 2 \delta_u$ 、 $\pm 4 \delta_u$ を2 回ずつ繰り返し、 $\pm 6 \delta_u$ 、 $\pm 8 \delta_u$ を1 回ずつ行った。

表1 試験体一覧

No.	試験体名	柱材	θ	接合方法	柱-金物接触面
1	200Y45	H200	45	溶接	—
2	200N45	H200	45	ボルト	摩擦面処理
3	300N45	H300	45	ボルト	摩擦面処理
4	400N45	H400	45	ボルト	摩擦面処理
5	200N60	H200	60	ボルト	摩擦面処理
6	200N45T	H200	45	ボルト	テフロンシート

4.2 交番载荷試験 試験結果

溶接接合した No.1 とボルト接合した No.2 の荷重-変位関係を図5に示す。縦軸を荷重 P (kN)、横軸を水平変位 δ (mm)としている。図5より、No.1、2 の最大荷重は、どちらも柱の全塑性曲げ耐力の計算値 P_u を超える結果となった。加えて、荷重-変位関係はどちらも柱曲げ降伏型の履歴性状を示しており、接合方法による差異は見られなかった。No.2(H200)と柱サイズを変えた No.3(H300)、No.4(H400)の荷重-変位関係を図6に示す。図5の荷重変形関係は、縦軸を P_u で除し、横軸は実験値の水平変位 δ を基準変位値 δ_u で除して無次元化している。断面寸法が大きい No.3、4 は、No.2 と同様に、最大荷重は柱の全塑性曲げ耐力計算値 P_u を超え、柱曲げ降伏型の履歴性状を示しており、断面寸法による差異は見られなかった。No.6 については、10kN 以下の範囲ですべりの発生を確認したが、履歴特性および最大荷重について No.2 との差異は見られなかった。

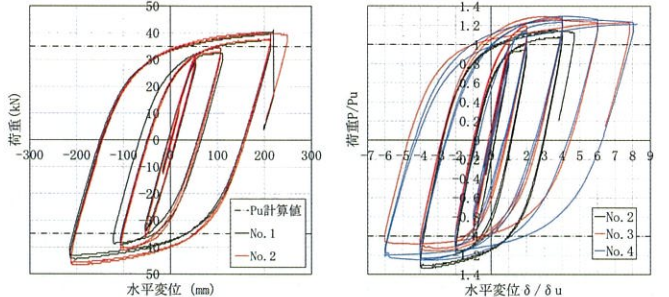


図5 荷重変形関係(No.1,2)

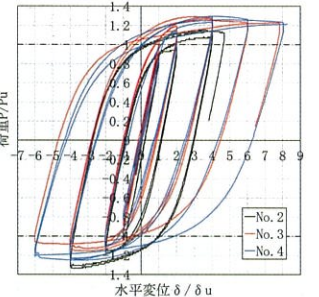


図6 荷重変形関係(No.2 ~ 4)

図7に No.1、2、5 の無次元化した骨格曲線を示す。無次元化のため、縦軸は荷重 P を前述の P_u で除し、横軸は実験値の水平変位 δ を基準変位値 δ_u で除した。図7より、No.1、2、5 の δ / δ_u が同程度であることが確認できた。図8に No.1、2 の初期剛性の比較を示す。初期剛性は、

加力開始から柱の降伏曲げ耐力の計算値 P_y の半分に到達したステップまでを範囲として、近似直線から得られた値を採用した。図8より、No.1、2の初期剛性は同程度であることが確認できた。

No.2の破壊性状を写真3に示す。いずれの試験体でもスチフナもしくは、フランジ拘束ボルトよりもジャッキ側で局部座屈が発生し、接合部で局部座屈が発生することはなかった。

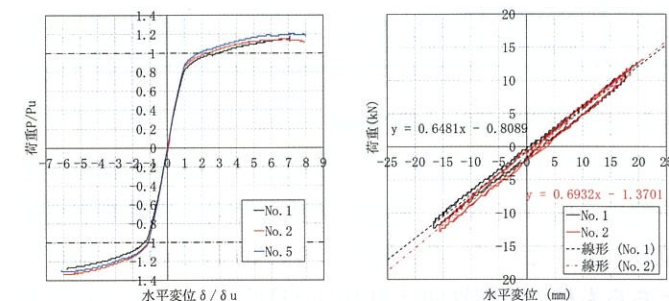


図7 骨格曲線

図8 初期剛性

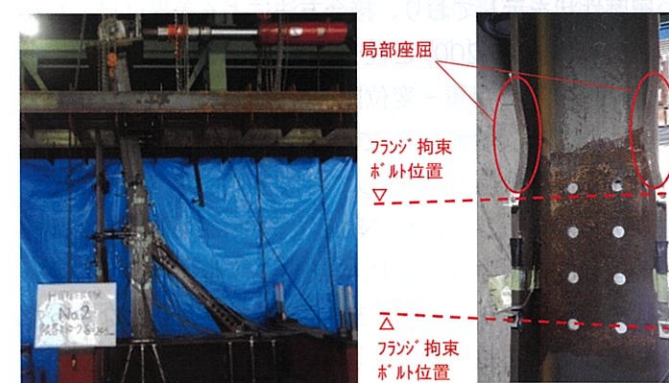


写真3 破壊性状

以上の試験結果より、溶接接合した試験体と開発工法金物による試験体を比較し、荷重-変位関係等の力学的性状に差がないことを確認した。

5.1 すべり係数試験 計画

開発工法は高力ボルトを用いた乾式工法である。一般的に高力ボルト摩擦接合を用いる場合は、既存塗膜を剥がした上で摩擦面処理を行うなど下地調整を施すことになる。しかし、下地調整は溶接作業と同様に列車が運行しない時間帯での施工となり、課題も多い。

塗装が施された接合面を有する高力ボルト接合は、塗膜の経年劣化により摩擦性能が低下することが明らかになっている²⁾。そこで、経年劣化により付着安定性が悪くなった塗膜を対象に、すべり係数試験³⁾を実施し、古塗膜の残存する接合面に対する高力ボルト摩擦性能を検証した。

図9に試験体形状を示す。試験体は中板（新設鉄骨材、ショットブラスト処理）に添板（既存鉄骨材）2枚を外側に配置し、M16(F10T)を用いて接続する。

写真4に試験状況を示す。変位は中板と添板の相対変位を計測した。試験体の上下それぞれですべりが発生するため、試験体1体につき2個のすべり荷重を測定した。試験体の相対変位は、4箇所の変位計の平均値とした。

載荷方式は単純引張載荷とした。すべり荷重は、明確なすべりが生じた場合はその時点の荷重とした。それ以外の場合は相対変位が0.2mmに達するまでに記録した最大荷重をすべり荷重とした³⁾。高力ボルトの初期導入軸力は117kN（標準ボルト軸力）を目標に締め込みを行った。ボルト軸力はボルト内部にひずみゲージを埋め込み計測した。

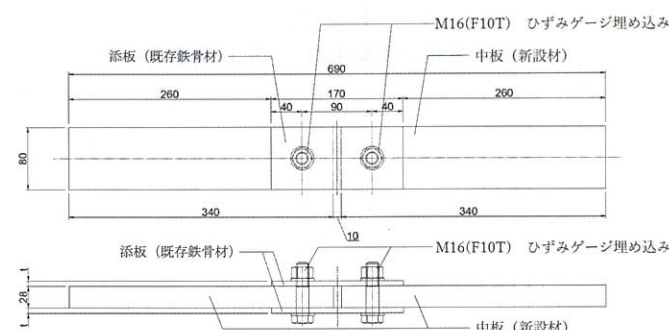


図9 試験体形状

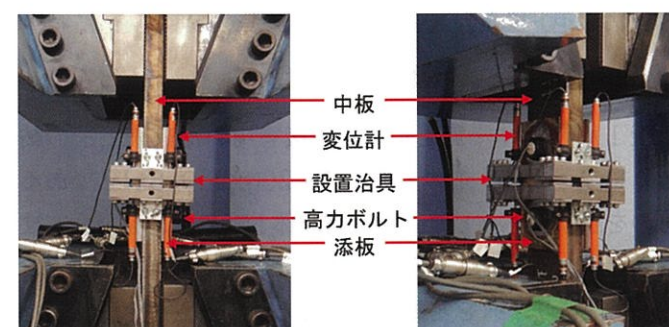


写真4 試験状況

試験体一覧を表2に示す。試験体名は通し番号、塗膜仕様、添板厚を表す。試験は既存鉄骨材の塗膜仕様で分類したP1～P4を比較対象として18体実施した。採取箇所Aは建設後（1回目の塗装後）40年、採取箇所Bは56年経過している。採取した鉄骨材は、すべて直接雨がかからない半屋外環境下のものである。P1は採取箇所Aから、P2～P4は採取箇所Bから採取した試験体である。

表2 試験体一覧

No.	試験体名	添板厚 (mm)	採取箇所	塗膜仕様	No.	試験体名	添板厚 (mm)	採取箇所	塗膜仕様
1	1-P1-t6	5.5			10	10-P3-t7	7		P3
2	2-P1-t7	6.5			11	11-P3-t7			
3	3-P1-t7				12	12-P4-t9	9		
4	4-P1-t9				13	13-P4-t9			
5	5-P1-t9	9			14	14-P4-t12			
6	6-P1-t9				15	15-P4-t12			
7	7-P1-t9				16	16-P4-t12			
8	8-P2-t6	6	B	P2	17	17-P4-t12			
9	9-P2-t6				18	18-P4-t12			

試験体名: [No.] - [塗膜仕様] - [添板厚]

5.2 すべり係数試験 古塗膜の分析

既存鉄骨材に施された塗膜の物性を把握するために近接目視による外観調査、デジタルマイクロスコブによる塗膜断面観察、膜厚計による膜厚測定、および基盤目カットテープ付着試験⁴⁾を行った。

各調査結果を表3に示す。外観はいずれの試験体も部分的に塗膜の剥がれや錆が観察されるなど、極めて不均一な状態であった。また断面観察の結果、複数の塗膜層から構成されていることがわかった。塗膜の付着性については、試験を行ったほぼすべての箇所ですべて評価点3であった。厚膜部分ほど付着性が悪く、塗膜の靱性が失われており、カッターナイフで切り込み傷を入れた時点で破壊された。これらの分析結果より、対象とする試験体の塗膜は十分に劣化が進行していることを確認した。

5.3 すべり係数試験 試験結果

試験結果を図10に示す。ボルト締め込み後から荷重までの間にボルト軸力の減少が確認されたため、減少前の最

大ボルト軸力を用いてすべり係数を算出した。試験結果より、すべり係数のばらつきを考慮し、古塗膜の残存する接合面のすべり係数を0.15とすることとした。開発工法は、これらの試験結果をもとに設計され、さらには管理方法を定めているため、塗膜を残した状態でも十分に接合性能を発揮することが可能となった。

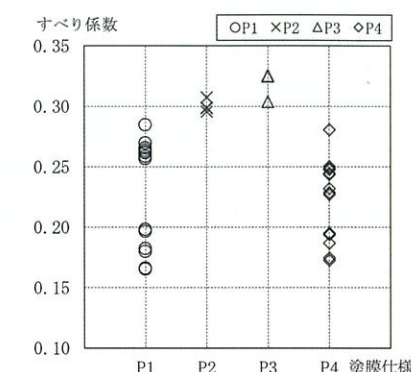


図10 すべり係数試験結果

6 まとめ

H形柱の弱軸方向に対する無溶接方杖補強工法である「スマートウィクシス®工法」を開発した。本工法は、既存塗膜を残した状態の高力ボルト接合であるため、上家耐震補強などにおいて工事費削減や工期短縮効果が期待できる。

参考文献

- 1) 阿部周平ほか：ティ金物接合のH形断面材ウェブ面外耐力の研究，日本建築学会大会要旨集，構造Ⅲ，pp.977-978，2021.9
- 2) 村井亮平他：塗装を施した接合面に対する高力ボルト摩擦接合に関する研究，日本建築学会大会学術講演会，2021.9
- 3) 日本建築学会：鋼構造接合部設計指針，2021.2
- 4) 日本鋼構造協会：鋼構造塗膜調査マニュアル，2018

表3 調査結果一覧

採取箇所	A	B
塗膜仕様	P1	P2
膜厚	270~400 μm	170~267 μm
外観		
塗膜断面		
母材側		
付着性		
テープ側 (剥離面)		
評価点	3 (一部1~2)	3 (一部2)

