

鋼管ブレースを用いたPCダンパフレーム工法による制震補強

(株)富士ピー・エス	正会員	○香月 康寿
(株)富士ピー・エス	正会員	濱本 哲嗣
(株)富士ピー・エス	正会員	八木沼 宏巳

キーワード：外付け制震補強，鋼管ブレース，PCダンパフレーム工法，完全住みながら施工

1. はじめに

各自治体が所有する集合住宅の耐震化を進めている中、公募型プロポーザル方式で発注された福岡市営板付住宅25棟耐震等改修事業において、桁行方向の耐震補強工法として鋼管ブレースを用いたPCダンパフレーム工法（以下、スマイルダンパフレーム工法）が採用された。図-1に提案時のパースを示す。

本稿では、スマイルダンパフレーム工法の施工の概要について報告する。

2. 工事概要

工事名称：平成28年度市営板付住宅25棟耐震等改修事業

工事場所：福岡県福岡市博多区板付3丁目

発注者：福岡市

設計監理：株式会社 柴田建築設計事務所

工事請負：三苦建設 株式会社

工期：自 2017年7月1日 ～ 至 2018年3月31日

建築用途：共同住宅

構造：鉄筋コンクリート造

規模：8階 床面積 5,023m²



図-1 提案時パース

3. スマイルダンパフレーム工法の概要

補強対象建物に中高層や複雑な形状の建物が増加し、強度型の補強工法では耐震性を満足させることが困難であったり、満足させることができる場合でも構面数が増大化するケースが多く見受けられるようになった。これらの建物への補強に対応するため、制震型のスマイルダンパフレームの開発を行い、平成27年8月に構造性能評価を取得した。

スマイルダンパフレームは、建築用極低降伏点鋼であるLY225を加工したダイヤ型スリットダンパを用いて、その減衰効果により地震の揺れを低減することができる外付け制震補強工法である。補強架構は、図-2に示すプレキャスト（以下、PCa）の柱・梁、鋼管ブレースおよびダンパ材で構成される。

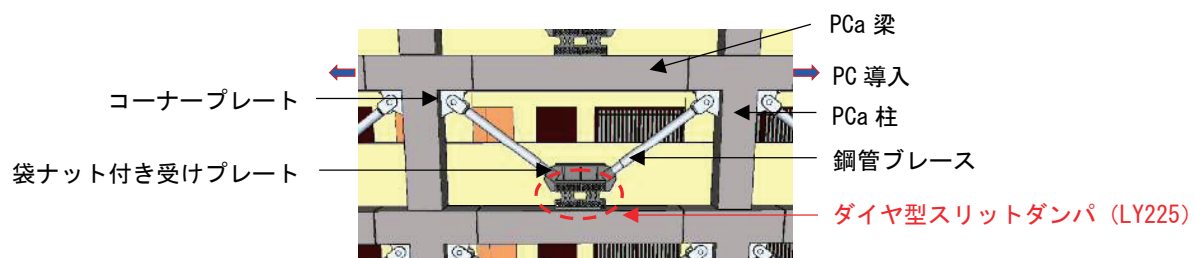


図-2 スマイルダンパフレーム概要

4. スマイルダンパフレームの設計・施工概要

4.1 鋼管ブレースの設計の考え方

スマイルダンパフレームの応力伝達部材である鋼管ブレースに作用する軸力が、PCa柱・梁の中心位置に埋め込まれたプレートを介して、コンクリート内に設けたプレート支圧力で抵抗する伝達機構とする。

図-3に示す付加応力は、ダンパ材の変形量を確保できるようにダンパ設計せん断力を $Q_2 \times 1.45$ に割増して検討をおこなう。

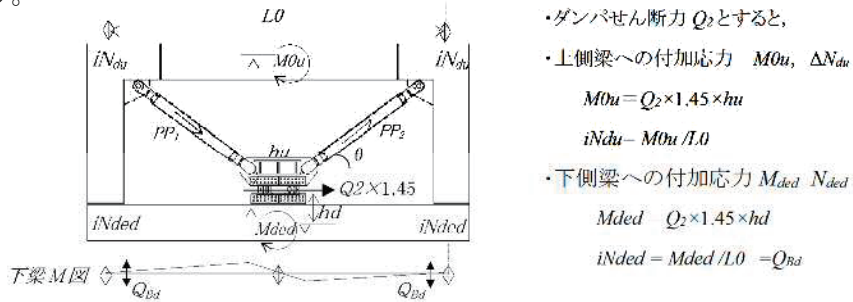


図-3 ダンパによる付加応力

4.2 施工手順

スマイルダンパフレームの施工手順を図-4に示す。

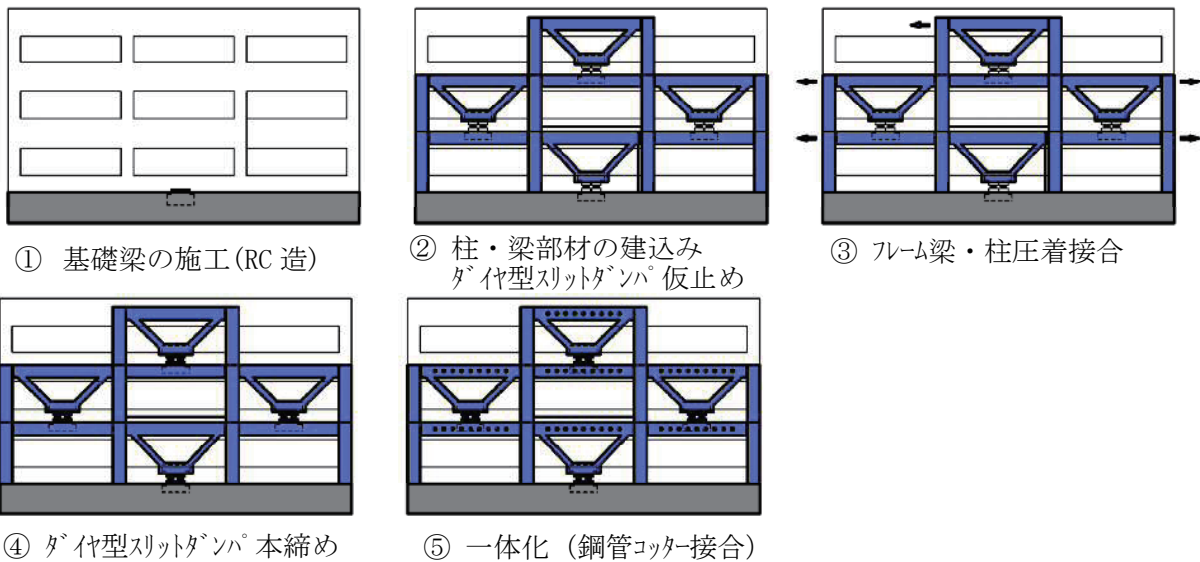


図-4 施工手順

4.3 鋼管ブレースの施工手順

鋼管ブレースの取付手順を図-5に示す。

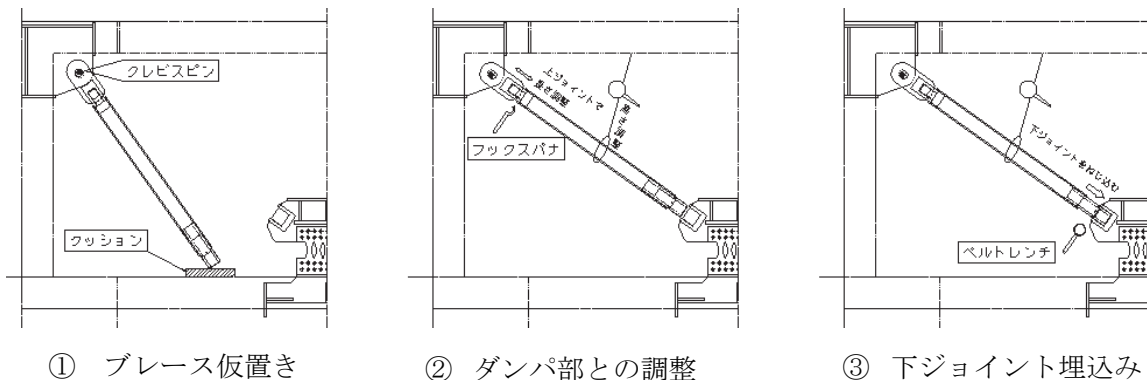


図-5 鋼管ブレース取付手順

5. 施工計画概要

5.1 補強概要および工程

板付住宅25棟は図-6の敷地内配置図に示す通り、道路に隣接した集合住宅となっている。住宅周辺には駐車場があり、南面バルコニー側への進入路には倉庫が設置されており、施工条件の制約の多い建物であった。

補強箇所は、バルコニー側へのクレーンおよびトラックの進入が困難であることからY2通り廊下側の長辺方向X1～X7通りの6スパンに7階までの補強構面を配置する計画である。1～7階まで耐震性が不足しており、階段室型の建物であることからX2-X3、X5-X6通り間はブレースを配置しないことで動線を確認することとした。補強構面取付け側には4、6、8階に廊下が存在することから廊下の外側に新設杭を打設し、スマイルダンパフレームにて補強する。

表-1に全体工程表を示す。

表-1 全体工程表

工種	日付	平成29年						平成30年	
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
準備工(住民説明会等)									
仮設工事									
鋼管コッター工事									
基礎工事									
工場制作									
PC躯体工事									
仕上げ工事(防水工事等)									

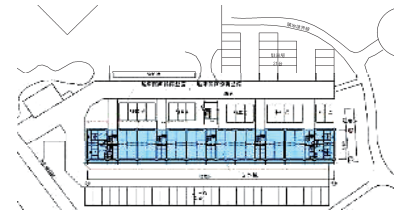


図-6 敷地内配置図

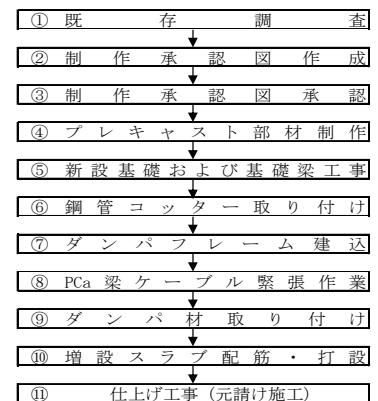


図-7 施工フロー

5.2 施工内容

本工事の施工フローを図-7に示す。スマイルダンパフレームの施工順序は、現場打ちコンクリートの新設基礎および基礎梁を施工している間に工場PCa部材の製作を行う。鋼管コッター・あと施工アンカー取付け後にダンパフレーム柱・梁・鋼管ブレースの建込みを行う。

目地部に無収縮モルタル充填，PCa梁緊張，ダンパ材取付け，上階現場打ちスラブ施工の順で施工を行い，最後に仕上げ工事を行って工事完了となる。

(1) 鋼管コッター・あと施工アンカー工事

居住者が常に生活している状況での施工において重要な点は、施工中の騒音および粉塵などの不快を感じる工事を如何に抑えるかである。鋼管コッター接合は、コアドリルにより既存梁を30～35mm程度削溝し高性能エポキシ樹脂を注入した鋼管コッターを取り付けて完了となる（写真-1）。コアドリルにはホース状になっている専用のバキュームポンプを取り付けており、削溝時の粉塵はほとんど出ないことから居住者からのクレームはなかった。



写真-1 鋼管コッター取付け

(2) ダンパフレーム建込

工場で作成されたPCa柱・梁を現場へ搬入し、建方作業にはクレーン設置箇所の制約により25 tクレーンを使用し行った（写真-2,3）。以前はブレース部がPCa梁と一体型のコンクリートブレースで製品重量が5.0 t近くあったため50 tクレーンを使用していたが、本工事では鋼管ブレースに仕様を変更したことで最大重量が2.6 tと軽減し、架設条件が大幅に改善された。



写真-2 PCa柱建方状況

(3) 鋼管ブレース取付け

鋼管ブレースをコーナプレートにクレビスピンで接続し、チェーンブロックで固定したPCa柱を建て込む。その際、鋼管パイプからのネジの出を袋ナット付き受けプレートと干渉しないように調整しておく。建込後にブレース角度を調整し、PCa梁のダンパ材の取り付け受けプレートにねじ込んで接続する。受けプレートの袋ナット内部は螺旋状になっており、鋼管ブレース下部ジョイント部をベルトレンチにて固定し、回転させながらねじ込んでいく(写真-4)。管理方法はジョイント部にマーキングを施し、ねじ込み量にておこなう。

鋼管ブレースおよびダンパ材、ダンパ取付プレートは溶融亜鉛メッキ処理をおこない、亜鉛メッキ面にポリウレタン樹脂塗料にて塗装する。社団法人溶融亜鉛鍍金協会によるばく露試験結果によれば、溶融亜鉛メッキの耐用年数は62年であり、スマイルダンパフレームは建物の供用年数を考慮するとメンテナンスフリーとなる。

建方精度を確認したのちにボルトにてダンパ材を製品に埋め込んだ受けプレートと電動レンチでトルク値400N・mまでナットを回転させて1次締付けを行う。1次締付け後、ボルト、ナット、座金部材にわたりマーキングを施す。

PCa部材の架設終了後、目地部無収縮モルタル打設・強度確認してPC鋼より線を緊張する。PC鋼線は7-φ12.7の1ケーブルを各PCa梁に直線配置とする。

(4) ダンパ材取付け

フレーム完成後にPCa製品に埋め込まれた受けプレートとダンパ材を12G溶融亜鉛メッキ高力六角ボルト(12G SHTB)にて本締めを行う。本締めは1次締付け完了後のマークを起点として、ナットを120度(許容: +0, -30度の範囲)回転させて行う(写真-5)。

使用するボルトは屋外で使用するためトルシア型超高力ボルトに溶融亜鉛めっき処理を施した製品である。

補強フレーム完成後に既存建物との間に現場打ちスラブを配置し、既存建物と一体化する。

6. おわりに

本工事は、架設条件の制約から廊下側にダンパフレームを取り付けることで居住者の動線の確保など厳しい施工条件の中であつ住民の方が日常生活を送っている状況での施工であったが、スマイルダンパフレーム工法の適用により制約条件への対応や工期短縮、騒音低減などに大きく貢献することができた。写真-6に完成後の外観を示す。

最後に、本工事の施工にあたりご指導ご協力頂きました皆様に感謝の意を表します。



写真-3 PCa 梁建方状況

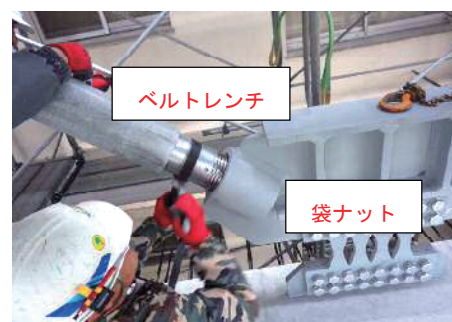


写真-4 鋼管ブレース取付け

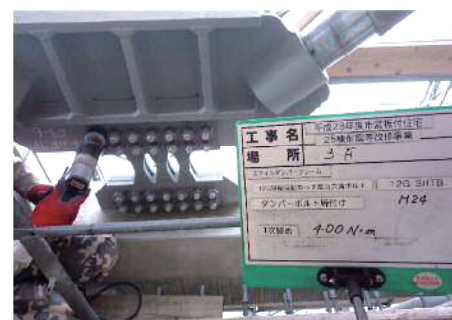


写真-5 ダンパ材取付け状況



写真-6 補強後外観