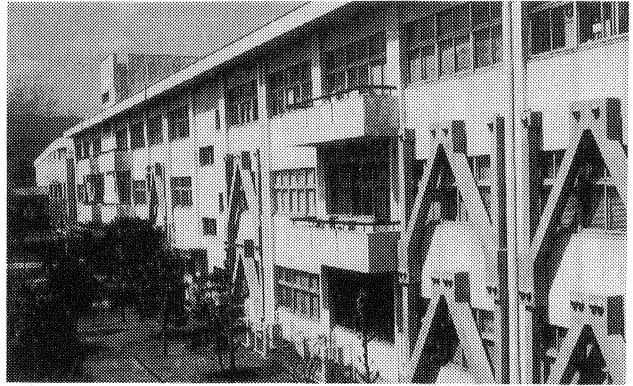


(31) P C a ブレース耐震補強工法の施工 - 東京工芸大学 2号館耐震補強工事 -

(株) 山下設計 横浜支社 石川 勇治  
 (株) 浅沼組 東京本店 亀田 敏嗣  
 オリエンタル建設(株) 技術部 正会員○小山内 裕  
 同上 建築支店 吉田 敏人

1. はじめに

東京工芸大学2号棟(写真-1)は昭和44年に竣工した3階建ての中層建物で、建築基準法施行時期の第1期にあたる。耐震診断の結果、1階と2階で必要とされる耐震性能が確保されていないことが判明したため、強度型の耐震補強を計画することとなった。耐震補強工法の選定にあたり以下の項目を満たす工法として、開発されたばかりの、本邦初のP C a ブレースが採用された。



- (1) 引越しをせずに居ながら施工可能。
- (2) 大学の春休み中に施工が終了する短期施工。
- (3) 採光、通風など居住性の確保。
- (4) 補強効果に対する経済性。

写真-1 施工後

2. 建物概要

建物の概要は以下の通りである。

- 工事名称 : 東京工芸大学厚木キャンパス  
2号館他耐震補強その他改修工事
- 建設場所 : 神奈川県厚木市飯山1583
- 建築主 : 学校法人 東京工芸大学
- 設計監理 : (株) 山下設計
- 施工 : (株) 浅沼組
- 建築面積 : 1445 m<sup>2</sup>
- 延床面積 : 4335 m<sup>2</sup>
- 建物高さ : 11.4 m (3階建て)
- 構造 : 鉄筋コンクリート造ラーメン構造
- P C 工事 : オリエンタル建設(株) 建築支店
- P C 工期 : 1999年2月18日~3月29日

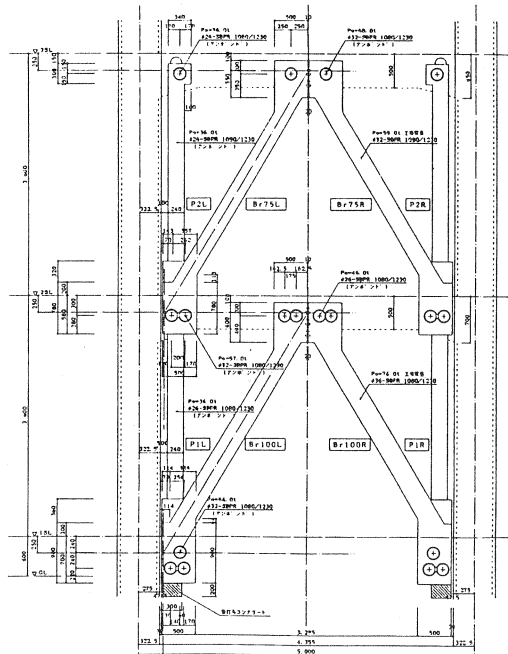


図-1 詳細図

建物は大学の研究棟である。春休みではあるが、先生や学生が使用していた。建物の周辺には学生が行き来しており、現場を完全に立ち入り制限することは困難であったが、安全を確保しながら施工を進めた。

### 3. 補強概要

補強は1階と2階に施工された。PCaブレースはプレキャスト(PCa)プレストレストコンクリート造で、 $\Lambda$ 型のブレースと両側の補助柱よりなる(図-1)。

ブレースの上端(図-2)は圧着接合である。接合面はモルタルではなく特殊な摩擦材を使用して、接合部のせん断応力が設計値を上回ると摩擦滑りを生じるように設計されている。

ブレースの下端(図-3)と補助柱は、目地モルタルを介して梁に圧着されており、せん断耐力は最大応力に耐える設計となっている。

コンクリートブレースは耐力を越える軸応力が作用すると、急激に剛性が低下して建物の耐震性能が低下する。

そこで、摩擦滑りを生じて一定の水平抵抗力を保持しながら変形に追従し、ブレースの急激な破壊を

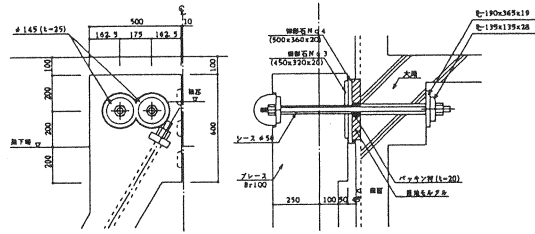


図-2 上部接合部

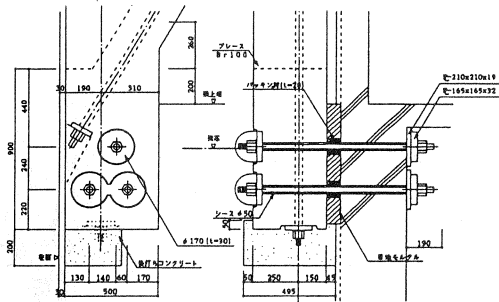
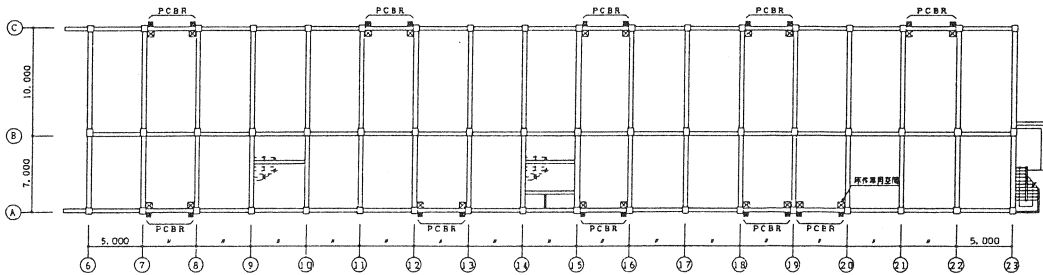
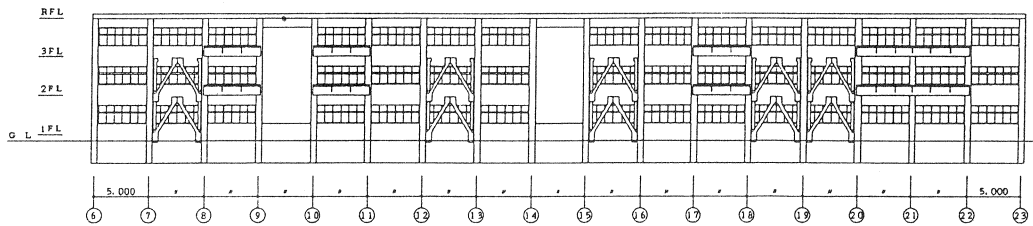


図-3 下部接合部



1階床KEY PLAN



南側PCaブレース配置立面図

図-4 建物概略図及びブレース配置図

防止する構造性能を有する接合部を新たに考案した。この接合方式を摩擦制御型圧着接合と呼ぶ。建物の概略図およびPCaブレースの配置を図-4に示す。PCaブレースは南北面にそれぞれ5カ所、10スパンに配置した。

表1 コンクリート等の圧縮強度

材令	ブレース補助柱 (N/mm <sup>2</sup> )	グラウト (N/mm <sup>2</sup> )	目地モルタル (N/mm <sup>2</sup> )
7日	64.3	-	35.3(3日)
28日	75.2	39.1	58.8

4. 使用材料

製造及び施工に使用した材料を表-1、表-2に示す。

5. 設計

必要補強耐力量と設置する構面数により、PCaブレースの1構面あたりの設計耐力は、2階で750(kN)、1階で1000(kN)となった。設計耐力( $R_{br}$ )は、上部接合部の圧着力( $U P_{pre}$ )の合計とせん断力伝達係数( $U \mu_D$ )の積で決定される。よって、上部接合部の圧着力( $U P_{pre}$ )は次式で得られる。

$$U P_{pre} = R_{br} / \mu_D / n \quad n : \text{PC鋼材の本数}$$

PCaブレース軸部(斜材部)には部材の角度( $\theta$ )に応じて軸応力( $N_b$ )が生じる。軸部はコンクリートの引っ張り強度( $\sigma_t = 0.07Fc$ )およびプレストレス( $\sigma_g = 6.0(kN)$ )を勘案したひび割れ耐力が $N_b$ を越えないように断面を決定する。

下部接合部はPCaブレースに生じる軸力に対し摩擦係数 $\mu_L = 1.0$ として最大せん断耐力が $N_b$ を上回るように圧着力( $L P_{pre}$ )を決定する。 $N_b$ および $L P_{pre}$ は次式で得られる。

$$N_b = R_{br} / \cos(\theta) / 2$$

$$L P_{pre} = N_b / \mu_L \mu_D / n$$

軸応力( $N_b$ )の鉛直成分は既存梁には付加せん断力として作用する。既存梁のせん断耐力( $Q_u$ )が応力を満足しない場合は補助柱を設ける。本件では $Q_u$ が不足したので補助柱を設けた。

6. 製造

PCaブレースおよび補助柱は表-1、表-2の材料を用いてISO9000を取得したJIS工場で作成した。型枠は鋼製とし、750(kN)用、1000(kN)用を作成して10回転した。

プレストレスはそれぞれ $\phi 3.2\text{mm}$ 、 $\phi 3.6\text{mm}$ を用いて所定のプレストレス(有効 $\sigma_g = 6.0(kN)$ )を導入した。

主要工程	1999																																									
	2														3																											
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
墨出し																																										
鉄筋検査																																										
削孔、はつり工																																										
金物取付、撤去																																										
P C部材架設																																										
無収縮モルタル																																										
圧着																																										
防錆、仕上げ																																										

図-5 主要工程

7. 施工

施工には主として現地調査、準備工事、およびP C aブレース架設工事の3つの段階がある。主な工程を図-5に示す。

現地調査は建物のコンクリート強度調査、削孔付近の鉄筋の超音波、X線確認などの調査、階高、スパン、取り付け梁の寸法、躯体の直角性等の寸法確認、ブレース取り付け位置の障害物の確認等を行う。

準備工事には、削孔、ハツリ、障害物の撤去、必要な箇所に墨出し、部材仮止め金具取り付け等の作業がある。また、作業に必要な足場を組み立てる。

部材の架設工事は、部材の搬入、取り付け、P C鋼棒及び定着板の取り付け、目地シール、モルタル注入養生、試験緊張、圧着、防錆仕上げなどが行われる。

作業の内容は以下の通りである。

- (1) 架設位置の墨出し：部材の架設に先だち架設位置の墨出しを行う。このときに躯体の圧着用削孔位置を確認した。
- (2) 鉄筋探査：既存大梁の端部および中央部における主筋、スターラップ等の位置をRCレーダーで探査する。この作業でP C鋼棒用削孔位置と主筋のずれを確認した(写真-2)。
- (3) 削孔およびハツリ：探査終了後に所定の位置にコア抜き(φ60mm)し(写真-3)、圧着部の仕上げ材(モルタル)をハツリ取り躯体表面を目粗しした。
- (4) 部材搬入：部材を製作工場よりトラックにて運搬し、現場内仮設通路にストックした。
- (5) 目地シール材張り付け：搬入された部材に、目地モルタルの型枠として、また注入する無収縮モルタルがP C鋼棒用の貫通孔内に侵入するのを防止するためにスポンジを張り付けた(写真-4)。

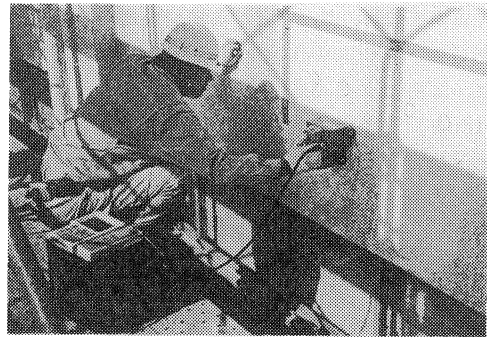


写真-2 鉄筋探査

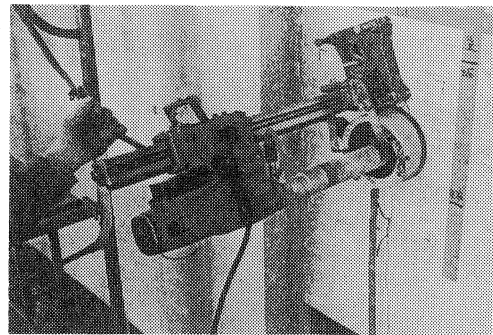


写真-3 削孔

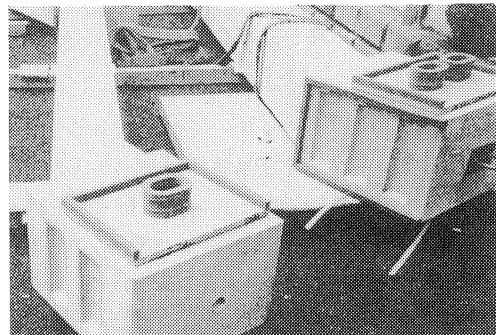


写真-4 目地シール貼り付

- (6) 部材吊り上げ：部材(重量約1.8 t o n)がおおよその取り付け角度になるようにチェンブロックで調整しながら10 t o nラフタークレーンで吊り上げた(写真-5)。
- (7) 部材取り付け：吊り上げた部材は建物と足場の間を降下させ、取り付け金具などを使用して正規の位置に取り付けた。
- (8) 目地シール貼り付け：P C aブレースと躯体のクリアランスは予め梁に取り付けたアンカーボルトで微調整を行い、高さ方向の調整は躯体に予め取り付けられた金物に支持させた。
- (9) 無収縮モルタル注入：圧着用P C鋼棒を配置した後に躯体とP C aブレースとの隙間にプレミックスタイプの無収縮モルタルを注入した。
- (10) 躯体への圧着：無収縮モルタルのプレストレス導入時強度(30 N/mm<sup>2</sup>)を確認し、圧着用P C鋼棒の緊張を行った(写真-6)。圧着用P C鋼棒は上部、下部ともにアンボンドタイプの鋼棒を使用した。
- (11) 仕上げ：躯体とP C aブレースの間には化粧シーリングを行い、雨水が圧着部から室内へ漏水するのを防止した。内外の定着部は指定の防錆用耐火塗料を2回塗布した。外部定着部はステンレス製のカバーをビス止めし。周囲を化粧シーリングして施工を完了した。



写真-5 部材吊り上

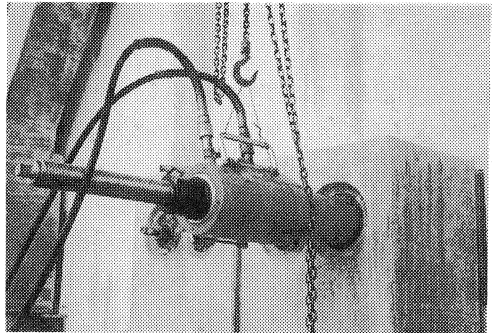


写真-6 ジャッキによる圧着

### 8. 短尺P C鋼棒の試験緊張

P C aブレースでは長さ1 m程度のP C鋼棒を使用する。P C鋼棒の長さが短い場合、電動ポンプの緊張力の増加速度が速く、所定の緊張力でポンプを止めることが容易ではないため、引き止め点の精度を確保することが難しい。またねじ定着式のP C鋼棒にはくさび定着式のようなセットロスがないが、長さが短い場合はわずかな緩みでも緊張力がロスするので定着後の緊張力の確保が困難である。

これら2つの問題点を解決するために、試験緊張(図-6)を実施した。まず、引き止め点の緊張力を確認するために、ロードセルを使用してジャッキの緊張力測定を正確に計測した。また定着後のP C鋼棒の応力を計測するために、P C鋼棒にワイヤーストレングージを貼付した。

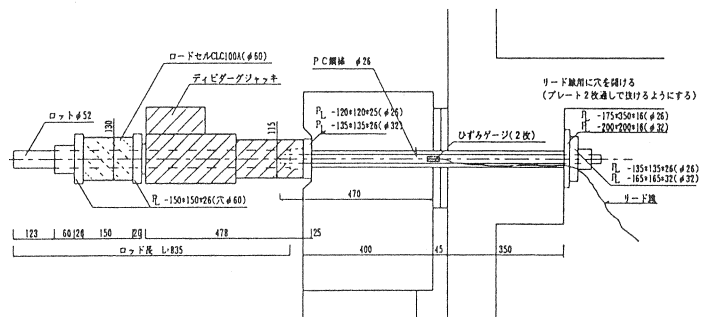


図-6 試験緊張

試験緊張は次の要領で実施した。

- (1) 所定緊張力までPC鋼棒を緊張する。
- (2) ジャッキに付属しているラチェットスパナで定着ナットを締め付ける。
- (3) ジャッキ応力を解放し、一旦定着する。
- (4) 再度所定緊張力までPC鋼棒を緊張する。
- (5) 再度ジャッキに付属しているラチェットスパナで定着ナットを締め付ける。
- (6) 再度ジャッキ応力を解放し、定着する。
- (7) (4)～(6)を繰り返す。

導入時のジャッキ荷重はポンプの油吐出量を調整して緊張力の急激な増加を抑えた結果、精度良く管理することができた。試験緊張におけるPC鋼棒の応力を図-7に示す。1回目の定着において、ラチェットスパナで定着ナットを締め付けるとPC鋼棒の応力が増加したが、ジャッキを解放して定着させると、応力は目標値以下に低下した。

2度目の緊張では、ロードセルによるジャッキの応力は精度よく管理できたが、ゲージによるPC鋼棒の応力は目標値よりやや大きい。これは、2回目の緊張でジャッキ応力が目標値に達した時点で、ナットと定着板間の支圧力が残っているためである。3回目の緊張でも同様であった。2回目の定着後のPC鋼棒の応力は、目標値にほぼ達している。

3度目の定着後のPC鋼棒の応力は、目標値を上回っており、2回の定着で目標の緊張力をPC鋼棒に与えることができた。試験緊張により導入時緊張力と定着後の緊張力がほぼ一致するように緊張力を与えることができたことがわかった。

本緊張では上記手順のうち(1)～(6)の作業を行い、PCaプレースを梁に圧着した。

## 8. まとめ

調査・準備では建物の内部での作業はないが、本工事では一部建物の内部での作業が含まれる。PCaプレースは建物内部での作業は、梁表面の仕上げハツリとPC鋼棒取り付け工だけであった。PCaプレースを基礎に圧着する際に、1階の床スラブの撤去が必要であるが、本工事では、基礎梁側にピットがあり、スラブの撤去などの作業は必要なかった。

全体の工期は1ヶ月でも部材の取り付けは1構面あたり1日足らずで、全構面の架設は正味10日で済んだ。また各構面の施工に必要な室内の作業面積はわずかだった。そのため、研究室を使用しながらの居ながら施工とすることができた。

謝辞：本邦初のプレキャストプレース耐震工法を実施するにあたり、各方面より様々な助言を頂きました。ここに感謝の意を表します。

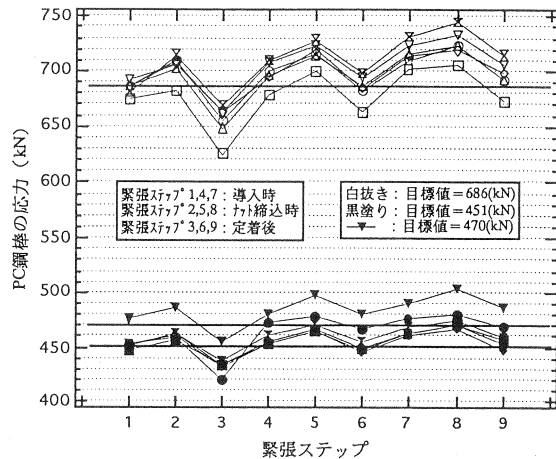


図-7 試験緊張によるPC鋼棒の応力