

圧着接合されたプレストレスト・コンクリート柱・梁接合部の力学性状に関する研究

(その2 変形性状に関する検討)

プレストレスト・コンクリート 柱・梁接合部
圧着接合 変形成分 中立軸位置

正会員 ○岸田 慎司*1
同 森山 健作*2
同 北山 和宏*3
同 丸田 誠 *4
同 木村 暁子*5

本稿では(その1)に続き, PCaPC 柱・梁部分架構の復元力特性について検討した.

1. 層せん断力-層間変形角の関係

層せん断力-層間変形角関係を図-1 に示す. 各図に柱・梁の曲げひび割れ, 接合部せん断ひび割れが発生した点および PC 鋼材の降伏点を示し, 接合部せん断耐力の計算値を実線, 曲げ耐力の計算値を点線で表す. 接合部せん断耐力は, 文献[2]から求めたが, 層せん断力に変換する際に梁・柱断面の応力中心間距離を 289mm および 267mm と仮定した. アンボンド試験体 BNU を除く 7 体の曲げ降伏耐力は平面保持を仮定した断面解析により算定した. アンボンドの場合には必ずみ適合係数 F 値(=0.2)を用いた[5]. 最大層せん断力は試験体 BHH3 では層間変形角 1.5%, BHH2 と BNN1 では 2%, その他の試験体では 3%の時に達した. 試験体 BNU を除く他の試験体においては, 最大層せん断力に達した後, 徐々に層せん断力は低下した. 試験体 BHH2 と BHH3 の最大層せん断力は接合部せん断耐力時の計算値より大きくなり, 他の試験体では計算値より小さかった. 実験値が計算値より大きくなったのは, 計算値を求める際に梁断面の応力中心間距離を一定と仮定したためであり, 圧着形式の梁危険断面での応力中心間距離の決定に注意が必要である. 曲げ降伏が先行した試験体 BNN1, BHH1 および BFH の最大層せん断力は曲げ降伏耐力の計算値と一致した. 付着のない試験体 BNU は, 従来の PC 架構のように原点指向性の高い復元力特性を示した. その他の試験体は, 最初は原点指向性を示すが, 徐々に紡錘型の履歴を示すようになり, RC 架構の履歴性状に近くなった.

2. 変形成分

柱, 梁および接合部の変形が層間変位に占める割合を図-2 に示す. 横軸は直接測定した層間変位である. どの試験体においても梁と接合部の変形割合が大きく, 特に試験体 BNU の梁の変形割合は全体の 6 割以上あった. 試験体 BHH1 においては, 最大層せん断力後に接合部の変形が急増した.

圧着部の変形性状を把握する目的で梁たわみに占める梁付根領域の変形割合の一例を図-3 に示す. 危険断面から目地部を含む 1/8D(D:梁の全せい)の要素 1 の変形成分を網掛けで示し, 危険断面から 5/8D の要素 2 の変形成分を白で示した. 全試験体において, 梁の変形は殆どが目地部の局所的な曲げ変形であった.

3. PC 鋼材の張力推移

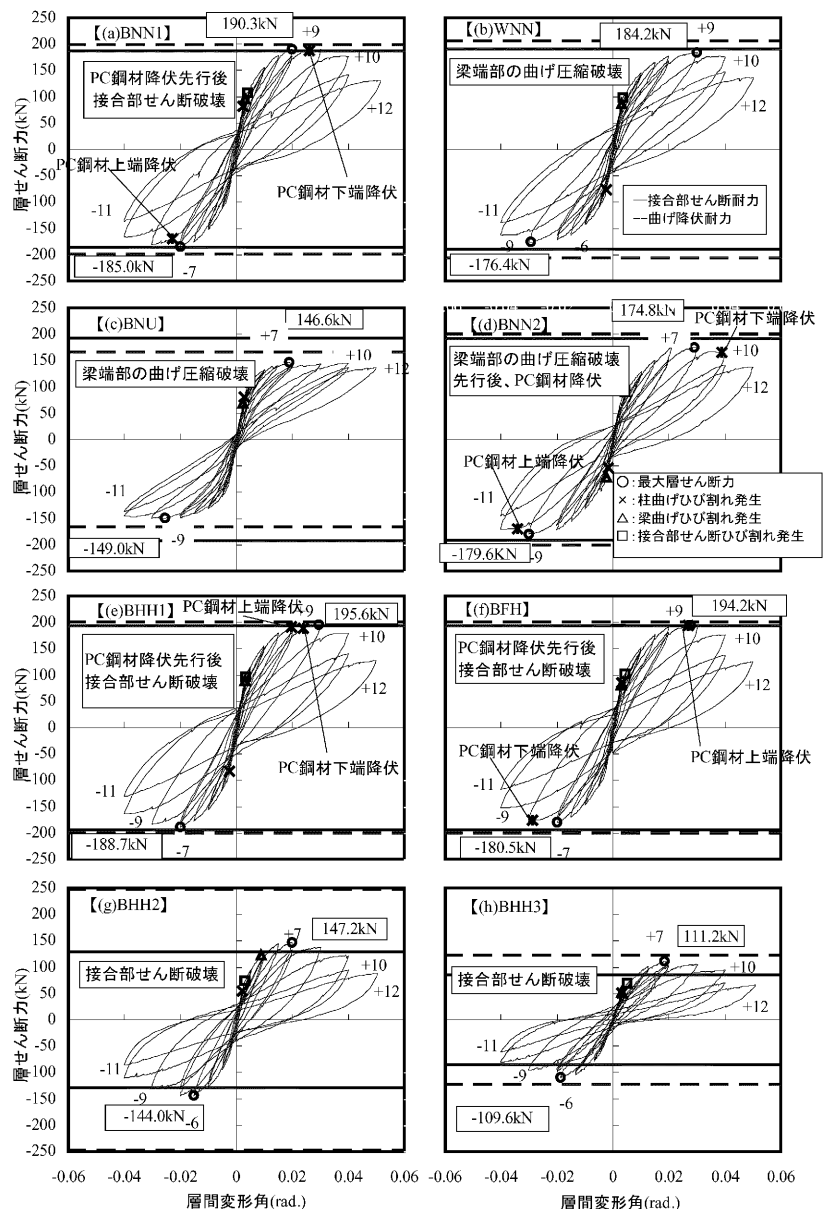


図-1 層せん断力-層間変形角の関係

プレストレス導入後、コンクリートのクリープ等の影響によるプレストレス損失を、プレストレス導入直後と実験開始直前のPC鋼材の応力度(鋼材のひずみデータから求めた)から検討する。表-1に各試験体の導入直後と実験開始時のPC鋼材の平均応力度と減少率を示す。いずれの試験体も実験開始まで80日以上経っており、13%から22%のプレストレス損失が生じた。

4. 梁の鉛直ずれ

図-4に鉛直ずれ量と梁たわみ量との関係を示す。梁危険断面において、圧縮側の変位計の東西の平均を示している。どの試験体においても変形が進むにつれて、鉛直ずれ量が増加しており、梁たわみ量10mm(部材角0.7%)時には0.6mmのずれが生じた。

5. 中立軸位置の推移

図-5のように梁危険断面から60mmの位置の梁表面にコンクリートひずみゲージを貼付し、そのひずみ分布から梁危険断面での中立軸位置を検討した。図-6に下端が引張りとなる正加力3サイクル時の中立軸の算定例を示す。ひずみの値が引張り一定となったC5からC7の値を除いたC1からC4のひずみ直線を最小二乗法で近似し、ひずみが0の時の値を中立軸位置とした。また、図-6よりコンクリートの圧縮応力分布を三角形と仮定した。図-7に各試験体の正加力時の中立軸位置を示す。すべての試験体で、1サイクル目の中立軸が圧縮縁から200mm(D/2, D:梁せい)以上離れた位置にある。つまり左右の危険断面位置のコンクリート圧縮域が接合部をはさんで中央付近において重なっていることになる。変形の増大に伴い、圧縮域深さは小さくなった。試験体BHH2においては最後まで圧縮域が重なった状態が続き、他の試験体とは異なった傾向を示した。

6. まとめ

- (1) 付着のない試験体は、従来のPC架構のように原点指向性の高い復元力特性を示したが、他の試験体は初めに原点指向性を示した後、徐々に紡錘型の履歴に変化した。
- (2) 全試験体において、鉛直ずれ変形が小さく、梁の変形は殆どが目地部の局所的な曲げ変形であった。
- (3) 接合部せん断破壊した試験体は、梁付け根のコンクリートひずみ分布から求めた圧縮域深さは梁全せいの半分よりも大きかった。これは左右の梁危険断面におけるコンクリート圧縮域が接合部を挟んで重複したことを示す。

表-1 鋼材の導入張力

試験体名	プレストレス導入時(材齢:26日)			実験開始直前			減少率(%)	
	Tt(N/mm ²)	Tb(N/mm ²)	Pe(kN)	Date(日)	Tt(N/mm ²)	Tb(N/mm ²)		Pe(kN)
BNN1	678	706	1099	105	570	539	881	-19.8
WNN	1008	990	928	119	-	-	-	-(*)1
BNU	669	795	1163	133	578	567	910	-21.8
BNN2	351	369	571	126	290	291	462	-19.2
BHH1	649	642	1026	140	557	537	870	-15.2
BFH	641	631	1010	147	531	460	787	-22.1
BHH2	650	634	1307	98	557	517	1094	-16.3
BHH3	617	602	1241	79	529	529	1077	-13.2

(*)1 実験開始前にひずみがうまく測定されていないのでデータを削除した
 Tt: 上側のPC鋼棒応力度, Tb: 下側のPC鋼棒応力度, Pe: プレストレス力, Date: PC張力導入後の日数

*1 東京都立大学大学院工学研究科助手 博士(工学)
 *2 東京都立大学大学院工学研究科
 *3 東京都立大学大学院工学研究科助教授 工博
 *4 鹿島建設技術研究所建築技術研究部 博士(工学)
 *5 鹿島建設技術研究所建築技術研究部 修士(工学)

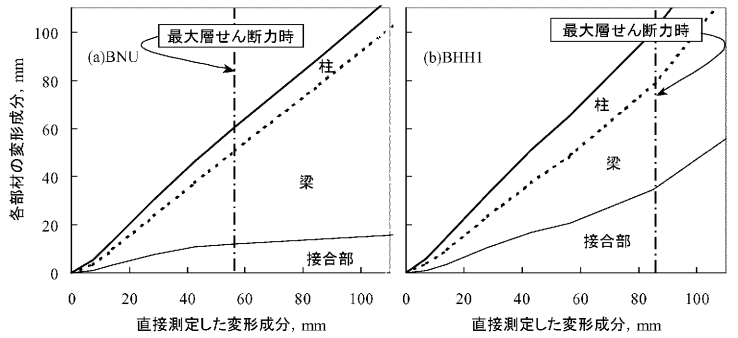


図-2 各部材の変形の割合

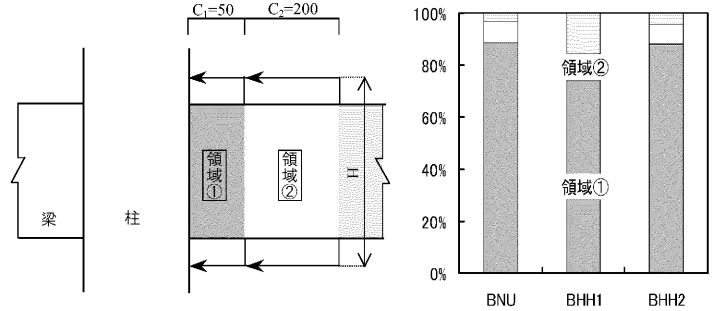


図-3 圧着部変形の割合

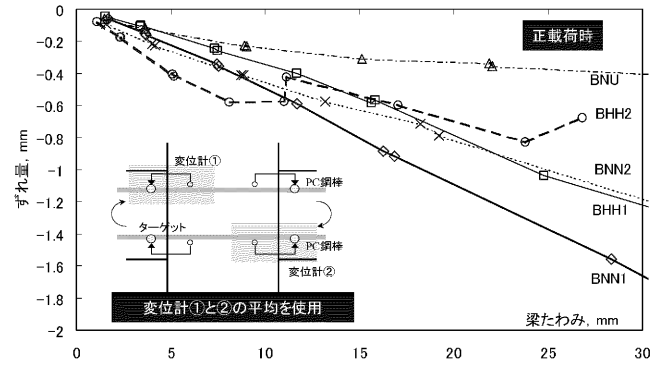


図-4 鉛直ずれ量-梁たわみとの関係

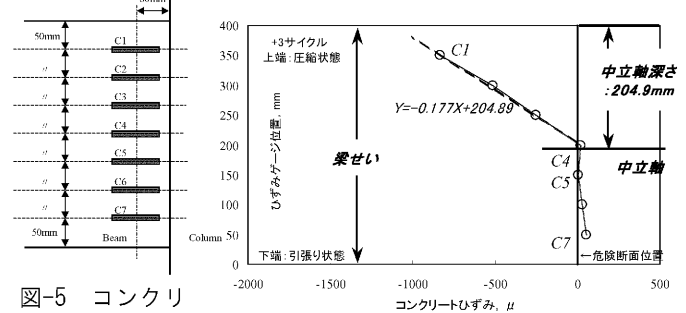


図-5 コンクリートひずみゲージの貼付位置
 図-6 中立軸の求め方

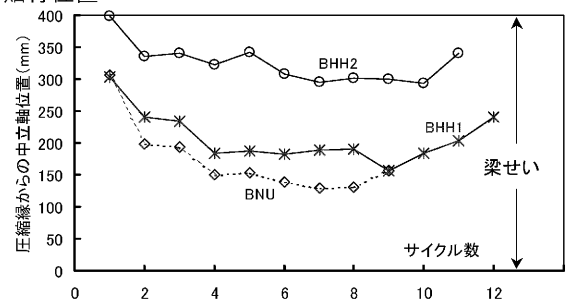


図-7 中立軸位置の推移

*1 Research Associate, Tokyo Metropolitan University, Dr.Eng.
 *2 Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University
 *3 Associate Professor, Tokyo Metropolitan University, Dr.Eng.
 *4 Kajima Technical Research Institute, Dr.Eng.
 *5 Kajima Technical Research Institute, Ms.Eng.