

アンボンドPC鋼材で圧着接合したPCaPC骨組内の梁部材の使用限界状態に関する研究

正会員 ○ YANG Dichen 1*
同 北山 和宏 2*

PCaPC 圧着工法 アンボンドPC鋼材 使用限界状態
十字形柱梁骨組 梁部材

1. はじめに

プレストレスト・コンクリート(PC)建物の使用性等を確保するための各種限界状態に関する規定が本会より提案された。アンボンドPC鋼材を用いたプレキャスト・プレストレスト・コンクリート圧着工法(PCaPC)では、PC鋼材の付着が無いためにPC鋼材のひずみは均一になり、PC鋼材の降伏は発生しにくくなる。そのためPC鋼材に沿った付着を有する通常のPC構造とは異なる力学挙動を示す。

アンボンドPCaPC骨組の梁部材の使用限界状態に関する既往研究²⁾では、多くの試験体で梁断面縁のコンクリート圧縮応力度がコンクリート圧縮強度 σ_B の0.9倍(以下 $0.9\sigma_B$ と表記)に到達することによって使用限界状態が決定した。使用限界到達時の梁部材角は復元力特性上の剛性低下開始点と概ね対応したがその値はかなり小さく、その一因として変位計によるコンクリート縮み量の測定法を指摘した²⁾。

本研究では、コンクリートの損傷によって決定される使用限界状態を対象として、アンボンドPCaPC十字形柱梁部分架構実験の結果²³⁾を詳細に見直すことにより、梁部材の使用限界状態を再検討した。

2. 試験体概要

本研究では、梁曲げ破壊が先行したアンボンドPCaPC十字形柱梁部分架構試験体6体²³⁾を検証対象とした。すなわち試験体は平面十字形試験体PCJ07, PCJ08, PCJ13, PCJ14, スラブと直交梁が付く試験体PCJ10及びPCJ15である。コンクリート及び目地モルタルの材料特性を表1に示す。

3. 梁部材の使用限界状態

上記のように、梁断面縁のコンクリート圧縮応力度が $0.9\sigma_B$ に達することで使用限界状態が決定された。そこで上記試験体の梁付け根の圧縮縁応力度が $0.9\sigma_B$ に到達する時の梁部材角を調べるために、以下の方法で圧着面近傍の目地モルタルの影響を考慮して断面の圧縮縁ひずみ ϵ_c を求めた。

柱面から50mmの位置の梁面上下に設置した二個の変位計(図1)の出力を線形補間して、圧縮縁での軸縮み量 δ とした。ここで変位計の検長50mm(梁せいは400mm)のうち幅20mmは目地モルタルであるため、次式によって圧縮縁ひずみ ϵ_c を得た。ここで軸縮み量 δ の単位はmmである。

$$\epsilon_c = \frac{\delta}{20\left(\frac{E_c}{E_m}\right) + 30} \quad (1)$$

また、試験体PCJ13, PCJ14の梁上下面および試験体PCJ15の梁下面では、圧着面から60mmの位置にひずみゲージ(検

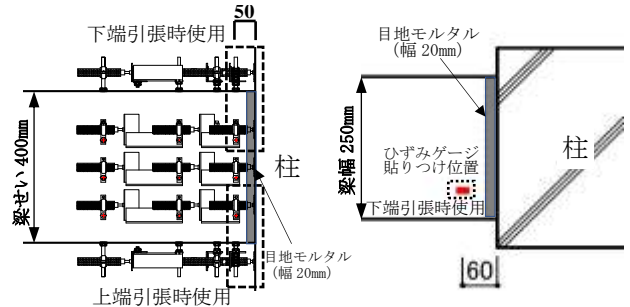


図1 変位計による算定 (PCJ14 側面図)

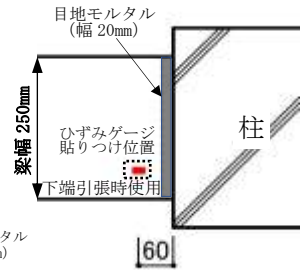


図2 ひずみゲージによる算定 (PCJ14 上面図)

表1 コンクリートおよび目地モルタルの材料特性

試験体	梁のコンクリート		目地モルタル	
	σ_B (N/mm ²)	割線剛性 E_c (kN/mm ²)	σ_B (N/mm ²)	割線剛性 E_m (kN/mm ²)
PCJ07	79.3	35.6	111	34.2
PCJ08	78.2	33.4	111	34.2
PCJ10	81.3	34.2	110.2	35.8
PCJ13	53.1	31.6	65.0	25.0
PCJ14	49.4	31.0	65.0	20.6
PCJ15	52.9	31.0	71.7	23.4

長10mm)を設置した(図2)ので、その出力を用いて変位計によるひずみ算定の結果と比較した。なお、比較のため、圧縮縁コンクリートの応力度が $1.0\sigma_B$ に達したときの梁部材角も上記と同様の方法により定めた。

表2に上記の方法で定めた梁部材角を示す。図3に平面試験体PCJ07, PCJ08, PCJ14および立体試験体PCJ10, PCJ15の梁せん断力と梁部材角関係の包絡線を示す。実線は上端引張時、破線は下端引張時である。立体試験体PCJ10およびPCJ15の下端引張時に使用限界に到達する部材角は、スラブの存在によって圧縮縁ひずみが低減されるため、上端引張時の部材角より大きくなった。これらのスラブ圧縮時を除くと、変位計による $0.9\sigma_B$ 到達時の部材角は0.12~0.25%、 $1.0\sigma_B$ 到達時の部材角は0.18~0.42%であった。

変位計による $0.9\sigma_B$ 到達点(図3の○印)は、スラブ圧縮時を除いて、復元力骨格曲線上の弾性領域と損傷によって剛性が大きく低下し始める領域との中間に位置する試験体が多かった。変位計による $1.0\sigma_B$ 到達点(図3の●印)は $0.9\sigma_B$ 到達点(○印)と近い試験体が多いが、試験体PCJ08の上端引張時のように剛性が大きく低下した領域に $1.0\sigma_B$ 到達点が位置するものもあったことから、使用限界状態の

表2 各事象発生時の部材角 (%)

試験体		梁上端引張		梁下端引張	
		0.9 σ_B に到達時	1.0 σ_B に到達時	0.9 σ_B に到達時	1.0 σ_B に到達時
PCJ07	変位計	0.18	0.23	0.19	0.23
PCJ08	変位計	0.25	0.37	0.24	0.29
PCJ10	変位計	0.22	0.26	0.27	0.37
PCJ13	変位計	0.22	0.33	0.21	0.42
	ひずみゲージ	0.70	1.43	0.68	計測不能
PCJ14	変位計	0.16	0.24	0.14	0.22
	ひずみゲージ	0.47	0.68	0.40	0.66
PCJ15	変位計	0.12	0.18	0.20	0.39
	ひずみゲージ	0.35	0.52	—	—

ひとつとして学会指針(案)¹⁾に規定されるコンクリートの損傷状態「0.9 σ_B 以下」は概ね妥当であると判断する。

ひずみゲージの出力から定めた0.9 σ_B あるいは1.0 σ_B 到達時の梁部材角は、それぞれ0.35~0.70%あるいは0.52~1.43%であった。これらの数値は変位計の測定結果から定めた部材角の3倍から4倍となり、大幅に大きかった。ひずみゲージによる0.9 σ_B あるいは1.0 σ_B 到達点(図3の◇印

あるいは◆印)は、コンクリートの損傷によって剛性が大きく低下して耐力が漸増する領域に位置しており、この結果を使用限界の決定に用いることは不適切であると考えられる。これは、梁圧着面から60mmの位置にひずみゲージが貼付され、そのひずみは圧着面における梁圧縮縁のひずみと比べて過小となったためと考える。

4. まとめ

本研究では、梁曲げ破壊が先行するアンボンドPCaPC十字形柱梁部分架構を対象に、梁部材の使用限界状態に関する検討を行った。本研究で得られた知見を以下に示す。

(1) スラブ圧縮時を除いて、変位計による0.9 σ_B 到達点が梁復元力骨格曲線上の弾性領域と損傷によって剛性が大きく低下し始める領域との中間に位置したことから、学会指針(案)¹⁾に規定される使用限界状態のコンクリートの損傷状況「0.9 σ_B 以下」は概ね妥当であった。

(2) 検討した実験においては、梁圧着面から60mmの位置に設置したひずみゲージによる0.9 σ_B または1.0 σ_B 到達点を使用限界の決定に用いることは不適切であった。

謝辞 本研究はJSPS 科研費・基盤研究C(課題番号:15K06302)によって実施した。

参考文献

- 1) 日本建築学会:プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型設計施工指針(案)・同解説, 2015.
- 2) 苗 思雨, 北山和宏, 晋 沂雄:アンボンドPCaPC圧着接合骨組における梁部材の耐震性能と各種限界状態に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2, 2017年7月, pp.361-366.
- 3) 宋 性勲, 晋 沂雄, 北山和宏:アンボンドPCaPC十字形架構の梁部材における曲げ終局時の耐力および変形評価用マクロモデル, 日本建築学会構造系論文集, 2016年7月, 第81巻, 第725号, pp.1121-1131.

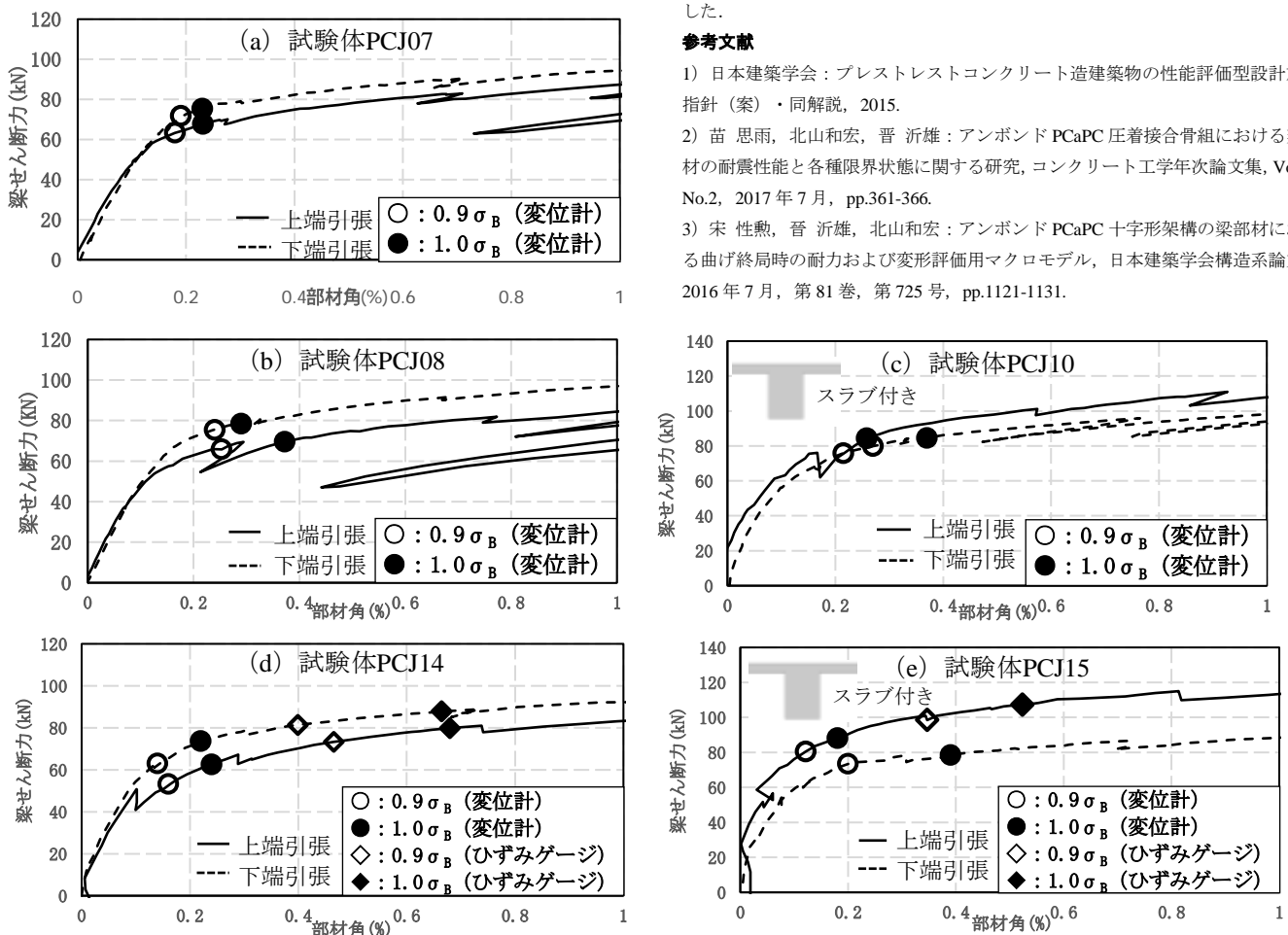


図3 梁せん断力-部材角関係の包絡線

*1 首都大学東京大学院 博士前期課程

*2 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科建築学域 教授 工博

*1 Graduate Student, Tokyo Metropolitan Univ.

*2 Professor, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.