

B-2

アンボンド領域長さがプレキャスト PC 梁の地震時挙動に及ぼす影響に関する実験的研究
その2 実験結果

Experimental Study on the Influence of Unbonded Length on the Seismic Behavior of Precast PC Beams

Part 2 Experimental results

引田翔太¹, ○中尾有貴², 萬谷桃香², 深谷勇介³, 福井剛⁴

Hikita Shota¹, *Nakao Yuki², Mantani Momoka², Fukaya Yusuke³, Fukui Tsuyoshi⁴

Abstract: Partial unbonded specimens sustained their load-carrying capacity up to $R=4.0\%$ even after yielding of PC bars and concrete crushing, while UB40 showed strength degradation after crushing without bar yielding. UB00 exceeded the calculate strength, whereas UB40 matched the prediction with small residual deformation. In partial unbonded specimens, PC bar strain remained uniform in the unbonded zone until yielding, then increased more steeply as the unbonded length shortened, while UB40 exhibited nearly constant strain distribution without yielding. Residual deformation ratios were below 10% up to $R_{max}=2.0\%$, but increased sharply at $L_e=200, 400$ mm and more gradually at $L_e \geq 600$ mm.

1. はじめに

本報では、前報(その1)で述べた実験概要に基づく結果について報告する。

2. 実験結果

2. 1. せん断力 Q-部材角 R 関係及び破壊経過

表1に各イベント発生時の部材角の一覧を示す。部分アンボンド試験体の4体は、引張側のPC鋼材の降伏とコンクリートの圧壊が生じた後、 $R=4.0\%$ の荷終了時まで耐力が低下しなかった。これに対して、アンボンド試験体 UB40 は、コンクリートの圧壊後に耐力低下が生じ、PC鋼材は未降伏である。

表1 各イベント発生時の部材角

試験体名	曲げひび割れ	PC鋼材降伏	圧壊発生	最大耐力
UB00	0.10%	1.0%	1.5%	3.1%
UB05	0.13%	0.88%	0.86%	4.0%
UB10	0.10%	1.0%	1.5%	4.0%
UB15	0.15%	0.97%	0.86%	4.0%
UB20	0.10%	1.5%	1.3%	4.0%
UB40	0.15%	-	0.79%	0.86%

図1は、せん断力 Q と部材角 R の関係を示しており、図中の点線は、PC 技術基準^[1]による(3a)式を用いて算出した曲げ終局耐力計算値 ${}_cQ_{mu}$ を示している。

$$M_B = \{1 - 0.5(q + q_s)\} p b d^2 f_{py} + \left\{ \frac{d_s}{d} - 0.5(q + q_s) \right\} p_s b d^2 f_{sy} \quad (3a)$$

$${}_cQ_{mu} = 2M_B/L \quad (3b)$$

ボンド PCaPC である UB00 は、最大耐力がボンド試験体の曲げ終局耐力計算値を上回り最大となっている。一方で、アンボンド PCaPC である UB40 は、荷終了時まで原点復帰指向性が極めて強い履歴ループを示しており残留変形はほとんど生じていない。最大耐力は、PC 技術基準^[1]より算出したアンボンド部材の

曲げ終局耐力計算値と概ね一致した。部分アンボンド試験体の4体は、荷終了時まで原点復帰指向性が強い履歴ループを示しており、UB20 は最大耐力が曲げ終局耐力計算値を下回った。引張側のPC鋼材の降伏とコンクリートの圧壊が同時期に生じ、 $R=4.0\%$ の荷終了時まで耐力は低下しなかった。

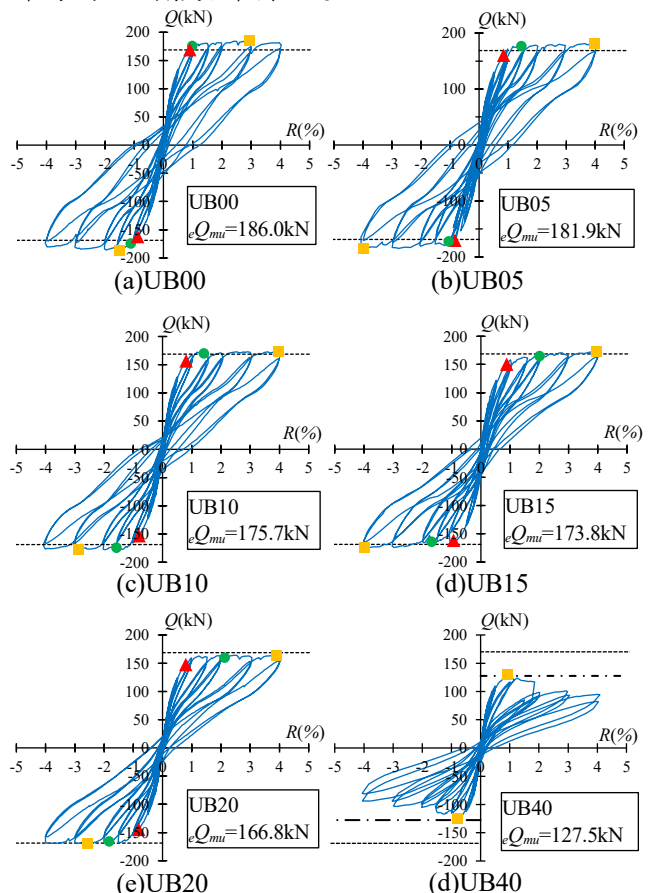


図1 せん断力 Q と部材角 R の関係
 ----- ボンド部材の曲げ終局耐力計算値^[1] ${}_cQ_{mu}=168.7$ kN
 - · - アンボンド部材の曲げ終局耐力計算値^[2] ${}_cQ_{mu}=127.6$ kN
 ▲ 降伏部材角 ${}_eR_y$, ■ 最大耐力 ${}_cQ_{mu}$
 ● PC 鋼材の降伏時の部材角 ${}_eR_y$

1: 日大理工・院(前)・海建 2: 日大理工・学部・海建 3: ピーエス・コンストラクション(株)
 4: 日大理工・教員・海建

図2に $R=2.0\%$ 時におけるひび割れ状況を示す。アンボンド領域の長さや材端から最も離れた曲げひび割れの距離には反比例傾向がみられた。目地部において局部的に大きな回転角が生じていたことは、測定した回転角分布からも観察されている。

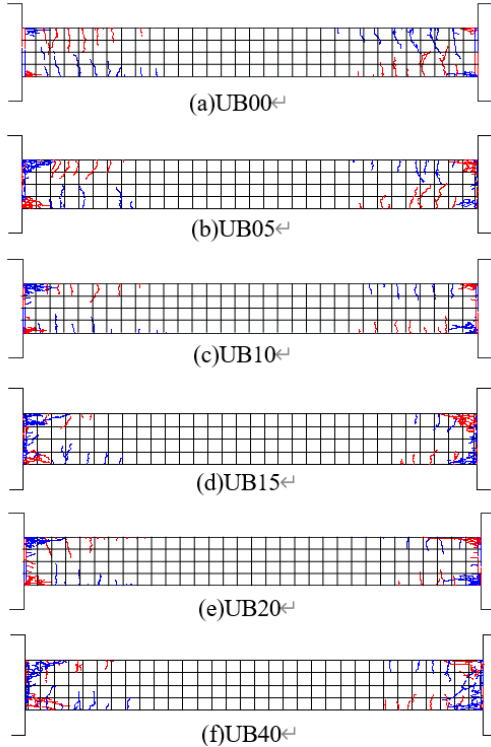


図2 $R=2.0\%$ 時ひび割れ状況

2. 2. 異形 PC 鋼棒のひずみ分布

図3は縦軸にPC鋼棒のひずみ、横軸に試験体端部からの距離を取り、この平面上に正側荷重時の左端が引張側となる下段のPC鋼棒ひずみ分布を示したものである。図中の一点鎖線は、PC鋼棒降伏応力をヤング係数で除することにより求めた降伏ひずみ ϵ_{py} を示している。部分アンボンドの4体では、PC鋼棒のひずみが降伏ひずみに到達するまではアンボンド領域においてはほぼ一定となっている。降伏ひずみ到達後、部材角の上昇に伴ってひずみが増加しており、その傾向はアンボンド領域長さが短いものほど顕著であることが分かる。一方で、UB40のPC鋼棒のひずみは部材角の上昇に伴いわずかに増大しているが、降伏ひずみに到達せず、試験体の全長で一定値となっている。

2. 3. 残留変形率

図4は残留変形率と経験最大部材角 R_{max} の関係を示している。残留変形率 $r(\%)$ は残留変位の正負平均値を経験最大変位で除すことにより算出した。各試験体の残留変形率は $R_{max}=2.0\%$ に達するまで、10%以下で有意差はみられない。 $R_{max}=2.0\%$ を超えると、 $L_e=200\text{mm}$ 、 400mm の試験体は $r=20\%$ 以上まで急激に増大したが $L_e=600\text{mm}$ 以上の試験体では、前者に比べ増加傾向が

緩やかになっている。 $L_e=600\text{mm}$ 以上の試験体では、前者に比べ増加傾向が緩やかになっている。

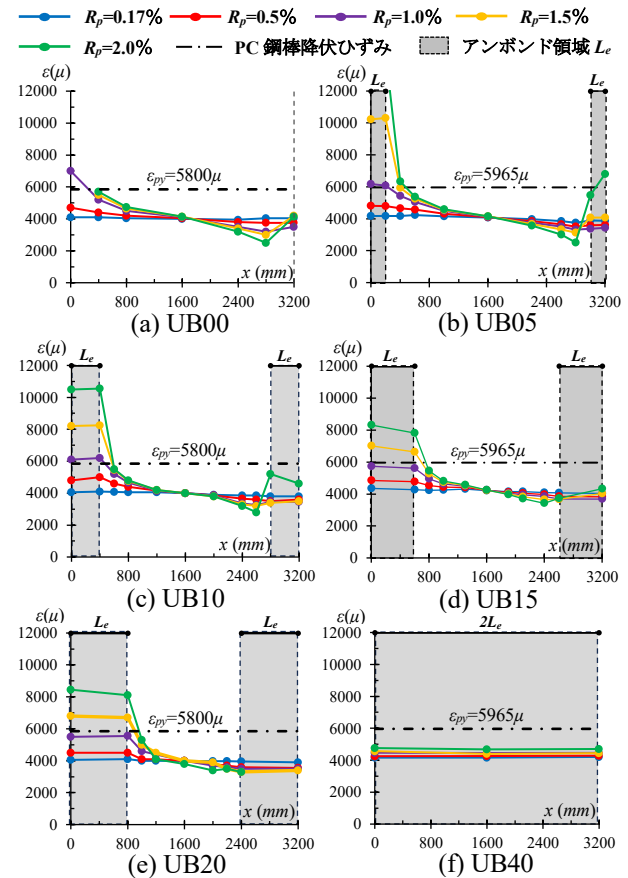


図3 異形 PC 鋼棒ひずみ分布

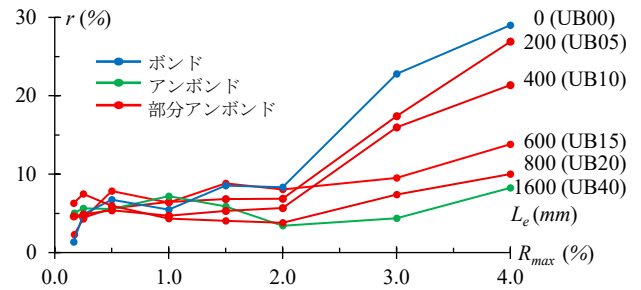


図4 残留変形率-経験最大部材角

3. まとめ

- 1) 部分アンボンド試験体は序盤に原点指向性を示しつつ、 $R=4.0\%$ まで耐力を維持した。一方、UB40はコンクリート圧壊後に耐力低下が生じ、PC鋼材は未降伏であった。
- 2) 部分アンボンド試験体ではPC鋼棒のひずみは降伏まではアンボンド領域で一定となった一方、UB40ではひずみが全長でほぼ一定で降伏には至らなかった。
- 3) 残留変形率は $R_{max}=2.0\%$ までは10%以下でほとんど差はないが、10%以降は $L_e=200\text{mm}$ 、 400mm で急増し、 $L_e=600\text{mm}$ 以上では増加が緩やかとなった。

4. 参考文献

その3にてまとめて示す。