

B-51

長期荷重が 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 Effects of Eternal Load on Seismic Behavior of Prestressed Concrete Beams(Part 2)

石井誠士<sup>2</sup>, 藤浪由揮<sup>1</sup>, ○斉田健志<sup>1</sup>, 福井剛<sup>3</sup>, 浜原正行<sup>3</sup>

Seiji Ishii, Yuuki Fujinami<sup>1</sup>, \*Kensi Saita<sup>2</sup>, Fukui Tsuyoshi<sup>3</sup>, Hahara Masayuki

Abstract: This report shows the experimental results of the loading test described in the previous report (part 2), and discusses the limit values obtained by the experiment.

1. はじめに

本報告は前報 (その 2) で述べた載荷試験の実験結果を示し、実験により得られた諸限界値とについて考察するものである。

2. 破壊経過

Fig.1 に各試験体の最終破壊状況を示す。また、以下に No1 から No3 試験体の破壊経過を記す。

**No1 試験体** No1 試験体の初期曲げひび割れは、回転角 0.17% 時において南側梁端部下端に発生した。最大耐力は回転角 2% 時に梁両端部においてコンクリートの圧壊により経験した。引張側の PC 鋼棒は回転角 3% 時に降伏した。その後、回転角 5% 時まで最大耐力の 90% 以上の荷重を保持した。

**No2 試験体** No2 試験体の初期曲げひび割れは、回転角 0.25% 時に南側梁端部で発生した後、同一部材角レベルにおいて錘位置に曲げひび割れが発生した。最大耐力は負側で回転角 2% 時、正側で回転角 3% 時に梁両端部のコンクリートの圧壊を伴い PC 鋼棒が降伏して経験した。その後、回転角 5% 時まで最大耐力の 90% 以上を保持した。ひび割れは No1 試験体と比較すると、梁上端ではフェイス位置寄りに集中して発生したが、梁下端では端部から中央部に向かって広い範囲で発生した。

**No3 試験体** No3 試験体の初期曲げひび割れは、長回転角 3% 時に梁端部と錘位置においてコンクリートの圧壊を伴い PC 鋼棒が降伏して最大耐力を経験した。

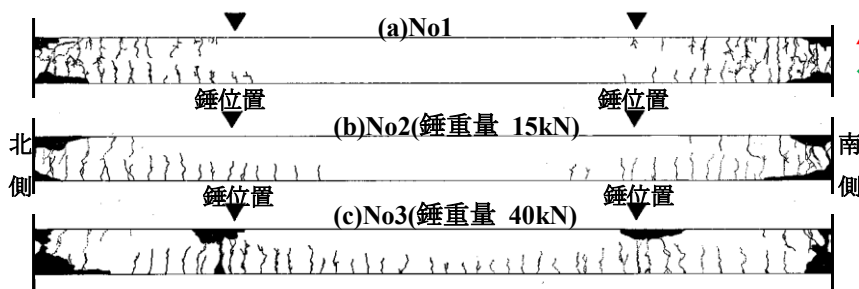


Figure1. Final destruction status

No3 試験体の最大耐力は No1 及び No2 試験体より 15% 程度小さい値となった。その後、回転角 5% 時まで最大耐力の 90% 以上を保持した。ひび割れは梁上端では No2 よりさらにフェイス位置寄りに集中して発生し、梁下端では梁全長のさらに広範囲にわたって発生した。

3. 地震荷重によるせん断力と梁端部回転角の関係

図 2 に各試験体の地震荷重によるせん断力と梁端部回転角の関係を示す。No1 と No2 試験体は、3% の部材角レベルまでは原点復帰傾向が強い履歴ループ形状を示した。最大耐力を経験した後は若干ではあるがループ幅が太くなっている。一方 No3 試験体では、部材角 1% を超えるとやや細身ではあるが紡錘形の履歴ループ形状を示しており、他の 2 体とは明らかに異なる性状を示していることがわかる。

4. 諸元界値

4.1 地震荷重による最大せん断力

地震荷重による最大せん断力は、梁両端部に降伏ヒンジが形成された No1 および No2 試験体は(1)式によりスパン内ヒンジが形成された No3 試験体は(2)式により算出した。

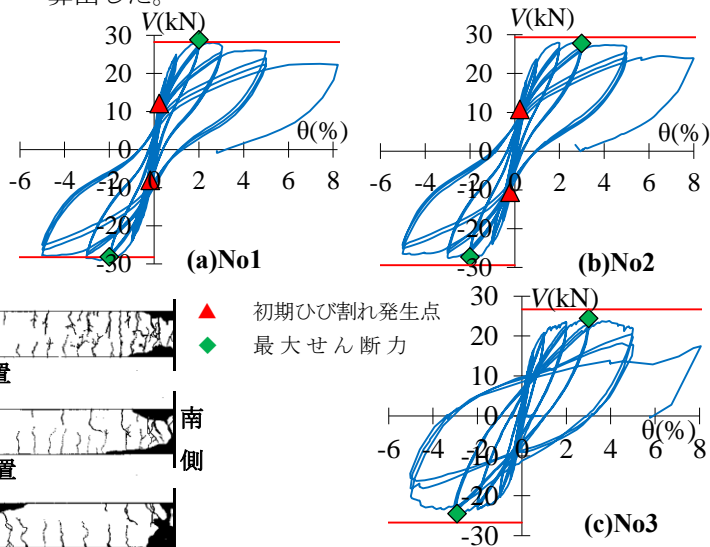


Figure2. Shear force and end rotation angle relationship

$$\text{No1, No2} : {}_c V_u = 2 \cdot M_u / L_0 \text{ -----(1)}$$

$$\text{No3} : {}_c V_u = \frac{2 \cdot M_u - M_L - M_L'}{L_0 - g} \text{ -----(2)}$$

$$M_u = T_y \cdot d_r + T_{py} \cdot D - \frac{(2 \cdot T_{py} + T_r)^2}{2 \cdot b \cdot \sigma_B} \text{ ----- (3)}$$

ここに、 $L_0$ :内法スパン、 $M_L$ :梁端部の長期荷重による曲げモーメント(18.27kNm)、 $M_L'$ :鍾位置における長期荷重による曲げモーメント(36.47kNm)  $g$ :梁端部から鍾位置までの距離、 $T_y, T_{py}$ :引張鉄筋降伏荷重、PC 鋼棒降伏荷重、 $d_r, dp$ :引張鉄筋と引張側 PC 鋼棒の有効せい  
Table.1 に示すように最大せん断力の実験値/計算値は 0.98~1.02 の範囲にある。

Table1. Maximum shear force

試験体名	実験値 $V_u$ (kN)			計算値 $V_u$ (kN)	実験値 / 計算値
	正	負	平均		
No1	28.4	29.2	28.8	28.2	1.02
No2	28.2	27.3	27.8	29.4	0.95
No3	24.3	24.5	24.4	25.1	0.98

### 3.2 降伏時部材角

降伏時部材角の実験値は、最大せん断力の 90%のせん断力時の部材角と定義した。同計算値は PC 造技術基準解説<sup>1)</sup>式によるもので、降伏時剛性低下率  $\alpha_y$  の算定に際してはシアスパン比  $a/D$  の値を長期荷重の有無にかかわらず  $L_0/2D$  とした。Table2 に試験体の降伏時部材角の実験値と計算値の一覧を示す。計算値に対する実験値の比は 1.00~1.22 の範囲となった。これより本実験の範囲では、降伏時剛性低下率の算定において、長期荷重の有無、降伏ヒンジの発生位置の違いにかかわらずシアスパン比  $a/D$  の項を  $L_0/2D$  とすることで比較的精度良く推定できることが分かる。

Table2. List of member angle at yield

試験体名	実験値 $\theta_y$ (%)			計算値 $\theta_y$ (%)	実験値 / 計算値
	正	負	平均		
No1	1.27	1.26	1.27	1.20	1.05
No2	1.25	1.24	1.25	1.24	1.00
No3	1.21	1.37	1.29	1.06	1.22

### 4. 曲率分布

Fig.3 に長期荷重を負荷した試験体の最大耐力時における正側ピーク時の材軸方向の曲率分布を示す。同図中には前変形レベルのピーク時の結果も併記した。なお、曲率は梁せい  $D$  を乗じることで無次元化している。

**No2 試験体** 長期荷重の影響で南北の曲率の対称性が崩れている。曲率は梁端部の  $1.0D$  (300mm) 程度の狭い範囲に集中しており、前変形レベルのピーク時と比較すると、南側材端の曲率が急激に増大していることがわかる。

**No3 試験体** 長期荷重の影響により北側鍾位置の曲率が局所的に大きくなっていることから、この位置でヒンジが形成されていることが推察できる。また、北側端部の曲率は No2 試験体と比べると極めて小さい。

### 5. 長期荷重時と残留変形時の鉛直たわみ分布

Fig.3 に長期荷重を負荷した No2 と No3 試験体について、最大経験部材角の増大に伴う長期荷重時および残留変形時の鉛直たわみ分布の推移を示す。ここで残留変形時は、各変形レベルにおける第 1 サイクル載荷完了時と定義し、地震荷重によるせん断力がゼロ、すなわち南北の串形ジャッキの荷重が等しくなった時の値を表している。同図より、いずれも経験最大部材角の増大に伴って徐々にたわみが大きくなり、部材角 2% 時に急増しはじめていることがわかる。載荷点に降伏ヒンジが生じなかった No2 試験体では各変形レベルにおいていずれも中央部のたわみが最大値となった。一方 No3 試験体では、載荷点位置に降伏ヒンジが形成された部材角 3%を超えると載荷点位置のたわみが最大となった。

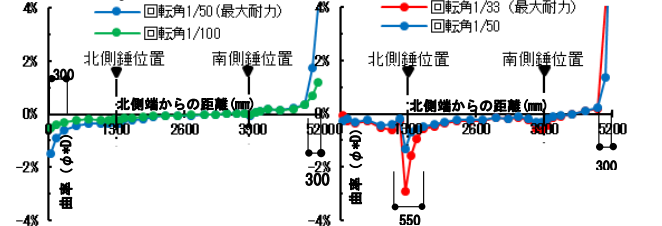


Figure3. Curvature distribution in the axial direction of material

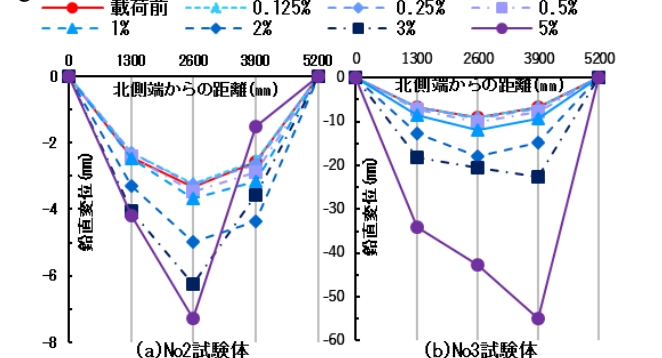


Figure4. Residual deflection distribution

### 6. まとめ

鍾位置に降伏ヒンジが発生した No3 試験体は他の 2 体とは異なり、小さい変形レベル時から紡錘形の復元力特性を示した。No3 試験体の最大荷重時における曲率分布は降伏ヒンジ形成位置の狭い範囲に集中し、正側材端の曲率は小さかった。鉛直たわみは最大耐力を経験した以降に急増する傾向が見られた。

### 参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 独立行政法人建築研究所: プレストレストコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例, 2009 年 9 月