

大阪工業大学大学院 学生員 ○稲増 克行
 大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘
 大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋

1. 研究目的

プレテンション方式のPC部材は、付着を介してプレストレスを与えているため、火害を受けた構造物の供用性の判定を迅速に行うためには、高温履歴を受けたコンクリート中のPC鋼材の付着特性のみならず、部材の残存耐荷力や残存プレストレスを適切に評価することが必要である。昨年度は火災を受けたコンクリート中のPC鋼材の付着特性について報告したが¹⁾、本研究ではPCはり部材の残存プレストレス、耐荷力の評価を行うことを目的として実験的検討を行った。

2. 供試体概要

供試体には図-1に示すような断面を有する全長3500mmのプレテンションPCはり部材を用いた。PC鋼より線には7本よりφ12.7 ($f_{py}=1860\text{N/mm}^2$)、組立筋およびせん断補強筋にはD10 ($f_{sy}=356\text{N/mm}^2$)を使用した。実験要因はかぶりの大きさ(30mm, 50mm, 70mm)とし、各要因4体ずつ(普通供試体1体、耐火試験用供試体3体)、計12体を作製した(コンクリート設計基準強度 $f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$)。これらの詳細を表-1に示す。

3. 実験概要

耐火試験は、平成18年の守口高架橋の火災事故において、プレテンションPC桁橋が約30分間で300~600℃

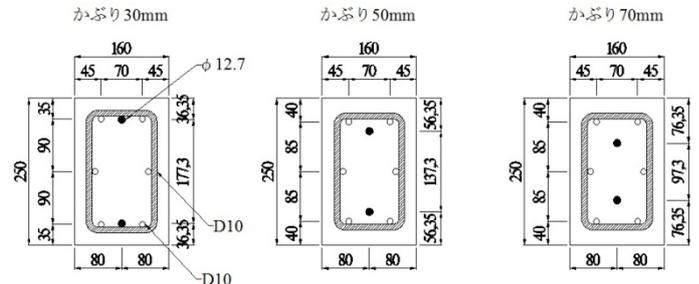


図-1 PCはり部材断面図(単位:mm)

で受熱したことを受け、最高温度を700℃に選定したうえでEuro Code²⁾で規定されている外部火災曲線(以下EX曲線)を用い、耐火実験炉を使用して行った。高温履歴を与える時間は30分、および60分とし、炉内温度が常温となるまで一定の間隔で各かぶり位置のコンクリート内部温度、および炉内温度を測定した。また、高温履歴による導入プレストレス量の変化を検討するため、供試体内部の鋼材位置に応力計を取り付け、ひずみの計測を行った。

載荷試験は、せん断スパンを1200mmとした対称2点集中荷重方式($a/d=5.6, 6.2, 6.9$ (順にかぶり30mm, 50mm, 70mm))とし、破壊に至るまで単調漸増型載荷とした。なお、いずれの供試体も曲げ破壊が先行するように設計を行っている。

表-1 PCはり部材の詳細, および試験結果

供試体名	高温履歴の有無	かぶり(mm)	曲げ耐力計算値 Pu (kN)	せん断耐力計算値 2Vy (kN)	最大荷重実測値 (kN)	最大 ^{*1} 耐力比	プレストレス減少率 (%)	破壊形式
N-30	無	30	76.14	177.08	90.34	—	— ^{*2}	曲げ引張
N-50	無	50	69.52	161.88	87.55	—	— ^{*2}	曲げ引張
N-70	無	70	63.88	146.75	81.17	—	— ^{*2}	曲げ引張
EX30-30-1	有(30分間)	30	67.32	158.43	78.22	0.87	1.88	曲げ引張
EX30-30-2	有(30分間)	30	70.65	162.35	77.08	0.85	— ^{*2}	曲げ引張
EX30-50-1	有(30分間)	50	61.78	147.24	81.50	0.93	2.33	曲げ引張
EX30-50-2	有(30分間)	50	64.03	149.88	82.32	0.94	— ^{*2}	曲げ引張
EX30-70-1	有(30分間)	70	55.86	133.22	84.28	1.04	— ^{*2}	曲げ引張
EX30-70-2	有(30分間)	70	55.99	133.36	79.53	0.98	— ^{*2}	曲げ引張
EX60-30	有(60分間)	30	71.22	163.24	74.30	0.82	2.64	曲げ引張
EX60-50	有(60分間)	50	67.84	157.33	77.08	0.88	5.88	曲げ引張
EX60-70	有(60分間)	70	60.35	139.58	82.32	1.01	6.43	曲げ引張

*1 対応するNシリーズの最大耐力を1.00とした値

*2 応力計を設置していないため、データなし

4. 耐火試験結果

本実験から得られた各供試体の最高受熱温度を表-2に、高温履歴後のひび割れ状況展開図を図-2に示す。炉内温度は点火直後から急激に上昇したものの、各かぶり位置のコンクリート内部温度は徐々に上昇する傾向があり、消火後に最高温度を記録した。なお、いずれの耐火試験においても、想定したEX曲線をほぼ再現できている。表より、最高受熱温度はかぶりが大きくなるにつれ低下する傾向が見られた。加えて、高温履歴をより長い時間与えられたEX60シリーズの方が各かぶり位置の最高受熱温度が高くなる傾向が伺えた。

5. 載荷試験結果

本実験における各供試体の最大荷重実測値、破壊形式、曲げ耐力・せん断耐力計算値を表-1に示す。最大荷重実測値に着目すると、かぶり30シリーズのEX30シリーズでは約15%、EX60シリーズでは約20%低下する傾向が見られ、かぶり50シリーズでは、それぞれ約5%と約10%低下する傾向が伺えた。これは、高温履歴を受ける時間が長くなることで、コンクリートとPC鋼より線の付着力が低下し、プレストレスが減少すること、およびコンクリート強度が低下することに起因するものと考えられる。一方、かぶり70シリーズでは、EX30シリーズ、EX60シリーズともに最大耐力の減少傾向は見られなかった。以上から、かぶりが大きくなることで火災が残存耐力に影響を及ぼす割合が小さくなり、かぶりが70mm程度確保されている場合には、コンクリート表面にひび割れが見られ、強度の低下は考えられるものの、耐力には大きな影響を及ぼさないと考えられる。

6. 荷重-中央変位関係

かぶり30シリーズにおける荷重-中央変位関係を図-3に示す。

高温履歴の有無による比較を行うと、高温履歴を受けたEXシリーズの供試体の方が、初期剛性が低下する傾向が見られた。これは、高温履歴を受けたことにより、プレストレスの低下、および載荷以前からのひび割れが発生していたことでひび割れが開口しやすくなり、初期剛性が低下したためと考えられる。

高温履歴の時間による比較を行うと、EX30-30-2供試体とEX60-30供試体の初期剛性はほぼ同等となった。これは、EX30-30-2供試体はEX60-30供試体と比較して、高温履歴による載荷以前からのひび割れが下面全体に

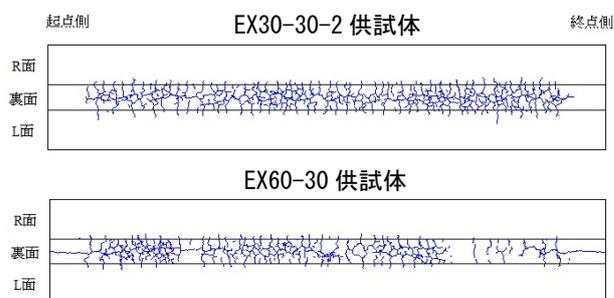


図-2 高温履歴後のひび割れ状況展開図

表-2 各かぶり位置の最高受熱温度

供試体名	高温履歴の有無	最高受熱温度 (°C)		
		かぶり30mm位置	かぶり50mm位置	かぶり70mm位置
EX30-30-1	有 (30分間)	152	—*	—*
EX30-50-1	有 (30分間)	153	131	—*
EX30-70-1	有 (30分間)	191	161	—*
EX60-30	有 (60分間)	173	—*	—*
EX60-50	有 (60分間)	267	159	—*
EX60-70	有 (60分間)	243	190	141

* 熱電対を貼り付けていないため、データなし

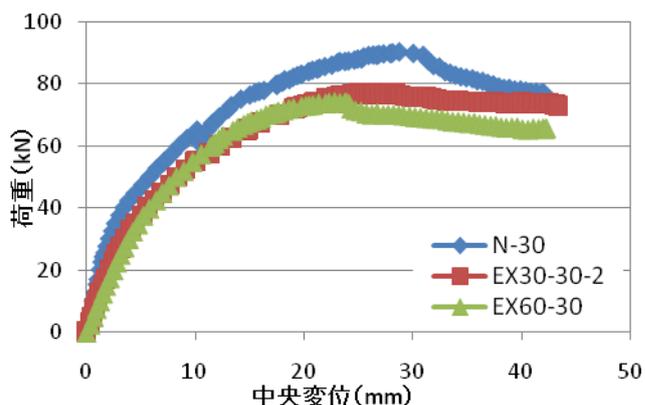


図-3 荷重-中央変位関係

ひび割れが見られたことにより、剛性の低下が顕著に表れたためと考えられる。

6. まとめ

本実験でEX曲線(最高温度700°C)に基づいて高温履歴を与えた場合、かぶりが大きくなることで鋼材の受熱温度が減少し、それに伴い耐力の低下率も小さくなる傾向が伺えた。また、かぶりが70mm程度確保されている場合には、最大耐力に対する火災の影響はほぼ見られないことが確認された。

7. 参考文献

- 1) 稲増克行, 三方康弘, 井上晋: 高温履歴を受けたコンクリート中のPC鋼材の付着特性に関する基礎的研究, 平成22年度土木学会関西支部年次学術講演会
- 2) Euro Code1: Actions on structures-Part1-2: General actions-Actions on structures exposed to fire