

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、特に残存プレストレスを適切に評価することが必要である。そこで、本研究では火災を受けたコンクリート中のPC鋼材の付着特性を把握する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に示すように、角柱にPC鋼より線を埋め込んだものを用いた。実験要因はPC鋼より線の径 $\phi 12.7$ 、 $\phi 15.2$ 、かぶりの大きさ30mm、50mm、70mmとした。これらの要因の組合せにより6種類の断面(図-1中の $x=72.7, 75.2, 112.7, 115.2, 152.7, 155.2$ mm)を作製した。以上、断面と高温履歴の有無により、各要因9体ずつ計108体の供試体を作製した。これらの詳細を表-1に示す。また、コンクリートの設計基準強度は $f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$ とし、PC鋼より線の付着長はいずれも 4ϕ とした。

3. 実験概要

耐火実験は、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 $300\sim 600^\circ\text{C}$ 受熱したことを受け、最高温度を 700°C に選定したうえでEuro Code¹⁾で規定されている外部火災曲線(以下EX曲線)を用い、各かぶりごと計3回に分け、耐火実験炉を使用して行った。計測項目は各かぶり位置のコンクリート内部の温度、および炉内温度である。高温履歴を与える時間は30分とし、炉内温度が常温となるまで一定の間隔で温度を測定した。また供試体は、加熱後付着強度試験を行うため、PC鋼より線を受熱から守る必要があったことから、鋼材部分をコンクリートで覆い、実験後不要なコンクリートのはつりを行った。

付着強度試験は、土木学会規準「引抜き試験による

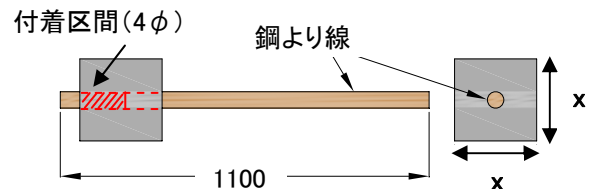


図-1 付着強度試験体 (単位: mm)

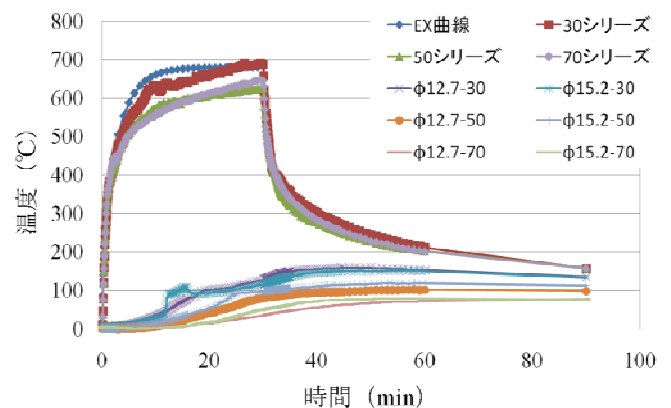


図-2 炉内および熱電対の温度履歴

鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法²⁾に準じて行った。計測項目としては、自由端の変位量、および初滑時の荷重と最大荷重を測定した。ここで、初滑時とは変位の増加、および荷重の低下が急激に見られた時点としている。

4. 耐火実験結果

本実験から得られた耐火炉点火後90分までの温度履歴を図-2に示す。図より、炉内温度は50、70シリーズにおいて若干低くなっているが、想定したEX曲線をほぼ再現できている。また点火直後から炉内の温度は急激に上昇したが、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見られ、消火後に最高温度を記録した。各かぶり位置における最高温度は、かぶりが大きくなるにつれ低下する傾向が見られた。 $\phi 15.2-30$ に関して、点火15分後に急激な温度上昇が見られたが、これは熱電対埋め込み箇所付近にひび割れが生じ、高温の水蒸気が流れ込んだためと考えられる。

表-1 付着強度試験の詳細、および試験結果

供試体名	高温履歴の有無	鋼より線の径 (mm)	付着長 (mm)	かぶり (mm)	最高受熱温度 (°C)	平均付着応力度		破壊形式
						初滑時 (N/mm ²)	最大 (N/mm ²)	
N-φ12.7-30	無	12.7	50.8	30	—	3.58	5.77	拔出し：9
N-φ15.2-30	無	15.2	60.8	30	—	4.16	5.47	拔出し：9
N-φ12.7-50	無	12.7	50.8	50	—	4.90	8.10	拔出し：9
N-φ15.2-50	無	15.2	60.8	50	—	4.34	7.35	拔出し：9
F-φ12.7-30	有	12.7	50.8	30	160	1.46	3.47	拔出し：9
F-φ15.2-30	有	15.2	60.8	30	152	1.52	2.97	拔出し：8 ^{*1}
F-φ12.7-50	有	12.7	50.8	50	102	2.17	5.81	拔出し：9
F-φ15.2-50	有	15.2	60.8	50	119	2.42	6.07	拔出し：9

*1 供試体破損のため、1体、付着強度試験が不可能であった。

*2 かぶり 70mm の供試体は、引抜き試験用治具の都合により付着強度試験は行っていない。

5. 付着強度試験結果

付着強度試験結果を表-1に示す。本試験での破壊形式は、自由端変位が増大しながら最大荷重から荷重が徐々に低下する拔出し破壊のみであった。

各供試体の平均付着応力度のグラフを図-3, 4に、代表的なτ-s関係を図-5に示す。高温履歴の有無による比較を行うと、鋼より線の径やかぶりに関わらず、高温履歴を受けた供試体の方が付着応力度が小さくなる傾向が見られた。これは高温履歴を受けた際に、コンクリート内部や表面に微細なひび割れが生じたことによるコンクリート強度、およびコンクリートと鋼材における粘着作用が低下したためであると考えられる。これについては、図-5において初滑時の荷重が低下していることから伺える。ここで各シリーズにおける最大付着応力度の減少率としては、かぶり 30シリーズではφ12.7で約40%、φ15.2で約45%減少し、かぶり 50シリーズではφ12.7で約30%、φ15.2で約20%減少する傾向が伺えた。

6. まとめ

本実験でEX曲線に基づいた最高温度700°C、30分間の高温履歴を与えた場合、コンクリート内部の水分が熱せられることで水蒸気圧が上昇し、供試体内部や表面に微細なひび割れが生じ、付着応力度が低下することが確認された。また、かぶりが大きくなることで鋼材の受熱温度が減少し、それに伴い付着応力度の低下率も小さくなる傾向が伺えた。

7. 参考文献

- 1) Euro Code1 : Actions on structures-Part1-2 : General actions-Actions on structures exposed to fire

- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書（規準編）2007.5

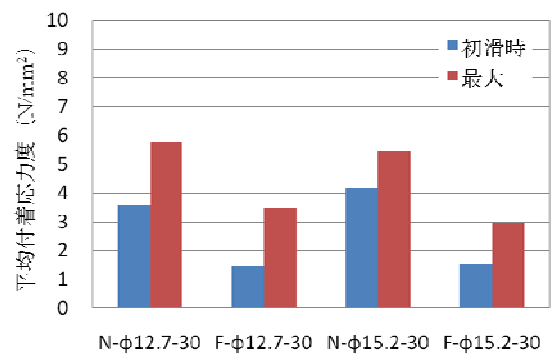


図-3 平均付着応力度（かぶり 30 シリーズ）

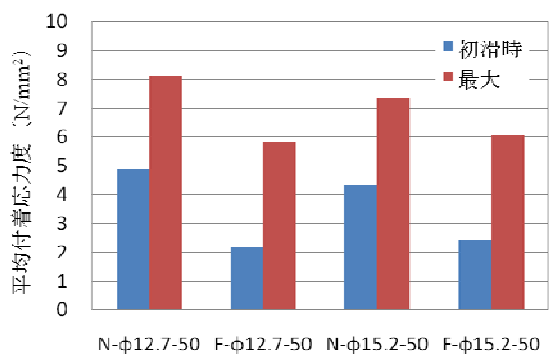


図-4 平均付着応力度（かぶり 50 シリーズ）

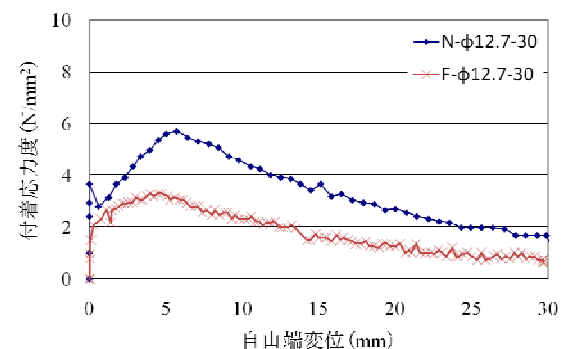


図-5 τ-s 関係