

(86) アフターボンドPC鋼材の耐火性について

神鋼鋼線工業(株) 開発部 ○岡崎 達也
同 上 白濱 昭二

1. はじめに

アフターボンドPC鋼材は、緊張終了後のグラウト注入が不要で、コンクリートとの付着のあるポストテンション方式プレストレストコンクリート用緊張材として開発されたもので、図-1に示すようにPC鋼材を凹凸形状をもつポリエチレンシースで被覆し、PC鋼材とシースとの空隙には、未硬化の常温硬化性樹脂が充填されている。樹脂の硬化時期はある程度コントロールすることができ、緊張終了後に硬化するように調整することにより、施工はアンボンド工法と同様で竣工後はPC鋼材とコンクリートが一体化したボンド部材となる。

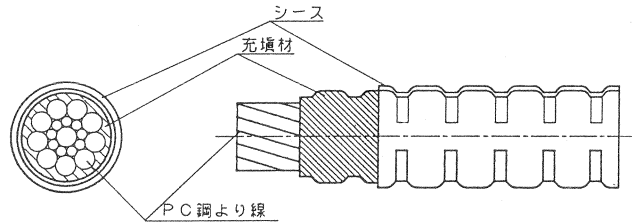


図-1 アフターボンドPC鋼材

本試験は、アフターボンドPC鋼材を建築のはりまたはスラブなどに適用する場合を想定して、プレストレストコンクリート部材としての耐火性状を調査したもので、試験方法は JIS A 1304 「建築構造部分の耐火試験方法」に準拠した。

2. 実験概要

耐火性状に影響する重要な要因として、PC鋼材のかぶり量が挙げられる。そこで本試験では、試験体を60 cm × 60 cm × 版厚20 cmの正方形コンクリート版とし、緊張材を3本埋め込んで、一体の試験体の中でPC鋼材のかぶりを3種類に変化させることとした。

加熱等級は、30分、1時間、および2時間の3種類とし、同一条件の試験体数は2体とした。緊張材の種類としては、ポリエチレンシースを用いた標準タイプのアフターボンドPC鋼より線17.8 mm (以下、記号AF) のほかに、比較のため、メタルシースを用いたアフターボンドPC鋼より線 (記号AS)、ポリエチレンシース

表-1 試験計画

試験体号	PC鋼材	シース	充填材	加熱時間 (分)	かぶり (mm)		試験体数
					上	下	
AF-30	アフターボンド PC鋼より線 17.8mm	ポリエチレン 外径 24.0mm	樹脂	30	30	60	2
AF-60					40		
AF-120					60		
AS-30	アフターボンド PC鋼より線 17.8mm	メタル 外径 22.5mm	樹脂	30	30	60	2
AS-60					40		
AS-120					60		
UB-30	アンボンド PC鋼より線 17.8mm	ポリエチレン 外径 21.2mm	グリース	30	30	60	2
UB-60					40		
UB-120					60		
GR-30	PC鋼より線 17.8mm	メタル 外径 30.5mm	セメント グラウト	30	30	60	2
GR-60					40		
GR-120					60		

表-2 コンクリートの調合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スラブの範囲 (cm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位置 (kg/m³)				混合剤 (cc/m³)	調合強度 (kgf/cm²)
				水	セメント	細骨材	粗骨材		
20	10 ± 2	41	40	175	427	671	1019	1068	350

とグリースで被覆されたアンボンドPC鋼より線(記号UB)、およびメタルシースにPC鋼より線を挿入し、グラウトを注入した通常のポストテンション方式の緊張材(記号GR)の、計4種類とした。試験計画を表-1にまた、試験体の形状寸法および使用したコンクリートの調合を図-2および表-2に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを、混和剤はポリリス No. 70(AE減水剤)を使用した。試験体は、コンクリート打設後約5ヶ月間、室内で乾燥させてから試験を行った。

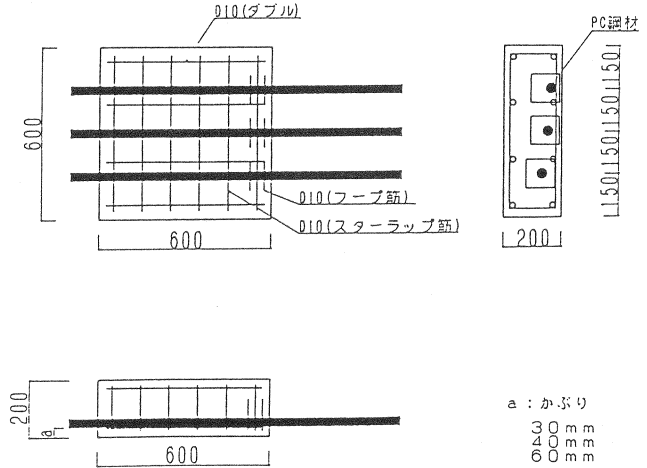


図-2 試験体の形状および寸法

3. 試験方法

加熱装置を図-3に示す。加熱炉の熱源は灯油である。加熱温度は、JIS A 1304の標準曲線によった。温度測定に用いた熱電対を表-3に、温度測定位置を図-4に示す。温度の測定は、加熱開始後30分までは2分ごとに、30分以後は5分ごとに行い、加熱中および加熱を中止してからの各点の温度変化を、データロガに記録した。

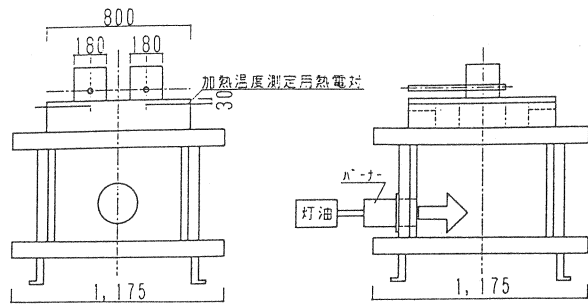


図-3 加熱装置

4. 試験結果

各試験体の2時間耐火における時間～温度曲線を図-5～図-8に示す。この図において、温度は同一条件の2体の平均値を用いた。また1時間耐火および2時間耐火におけるかぶりと鋼材最高温度の関係を図-9および10に示す。また、試験終了後のシースおよび充填材の状況を表-4に示す。

表-3 熱電対の仕様 (JIS A 1304準拠)

測定対象	品名	性能	試験体1体当たり測定点数
加熱温度	1.00 mm CA熱電対	O.75級 (JIS C 1602)	5
鋼材温度	0.65 mm CA熱電対		9
裏面温度	0.65 mm CA熱電対		5

- 加熱温度測定位置
- 鋼材温度測定位置
- × 裏面温度測定位置
- PC鋼材

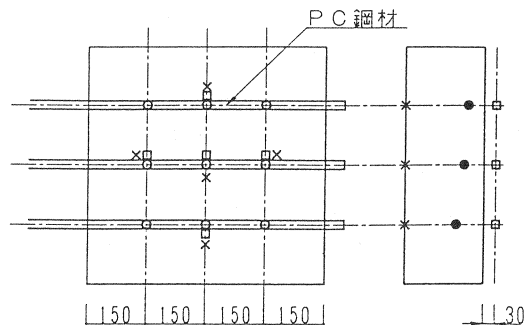


図-4 温度測定位置

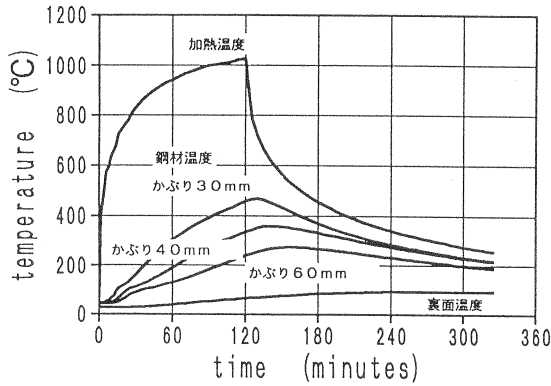


図-5 時間-温度曲線 (AF)

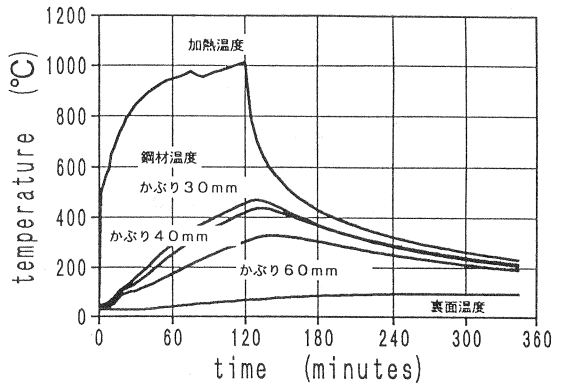


図-6 時間-温度曲線 (AS)

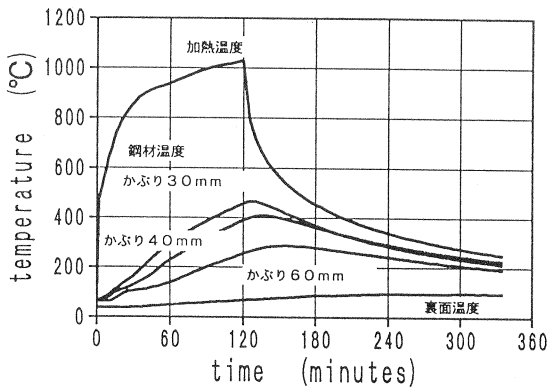


図-7 時間-温度曲線 (GR)

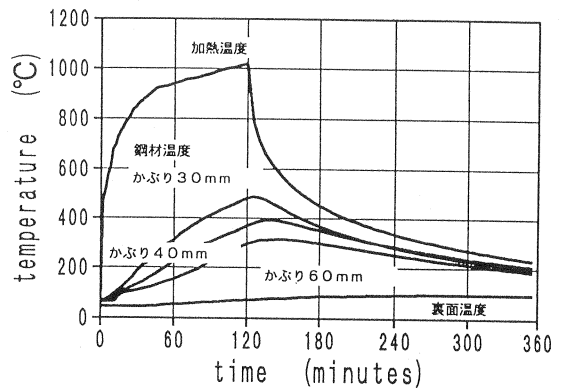


図-8 時間-温度曲線 (UB)

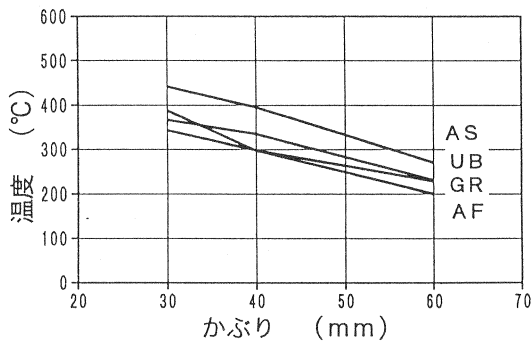


図-9 鋼材最高温度 (1時間耐火)

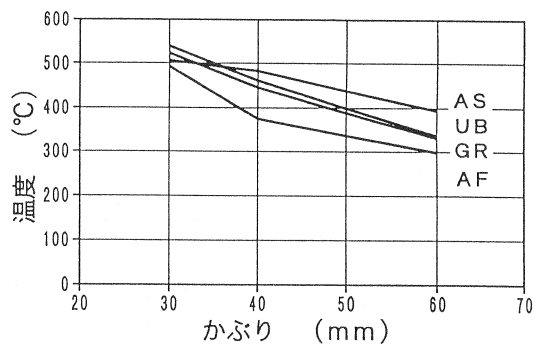


図-10 鋼材最高温度 (2時間耐火)

5. 考 察

(1) 緊張材の種類による鋼材最高温度の比較

図-9および10より、緊張材の種類と鋼材の最高温度の関係を調べると、1時間および2時間耐火の場合、かぶり40~60mmにおいて、鋼材温度は①AS、②UB、③GR、④AFの順となっていることがわかる。

(2) 鋼材温度から判定される所要かぶり

JIS A 1304において、プレストレストコンクリート造の柱およびはりの場合の耐火性能の判定基準として、鋼材の最高温度が400℃を超えないものを合格としている。この判定基準を適用して、図-9および10から、合格するために必要なアフターボンドPC鋼材のかぶりを求めると、1時間耐火の場合30mm、2時間耐火の場合40mmである。

(3) ポリエチレンシースおよび樹脂の耐熱性状から判定される所要かぶり

ポリエチレンシースについては、190℃程度までは変化は見られず、それ以上では軟化状態となり、265℃付近で炭化に近い状態となり、320℃以上では炭化状態となっている。樹脂については、鋼材温度が190℃以下では変化はなく、190℃付近では黄

色に変色し、265℃付近で黒色となり、320℃以上では炭化状態となっている。これらの結果から、アフターボンドPC鋼材の場合、鋼材の機械的性質が変化しないことを条件として定められた鋼材温度の条件だけでなく、ポリエチレンシースおよび樹脂の性状が大きく変化しないための温度条件についても考慮する必要があると思われる。この条件として、これらが炭化しないことを条件とすることが考えられ、そのための鋼材温度として本試験結果からは、265℃程度以下とすることが適当であると判断される。この温度条件を満足するために必要なかぶりを図-9および10から推定すると、1時間耐火では約50mm、2時間耐火では約80mmである。

(4) グリース、グラウトおよびメタルシースの耐熱性状

試験体UBのグリースは、30分加熱のかぶり60mmの場合にわずかに残留しているが、それ以外の場合には消失している。試験体GRのグラウト、試験体AFおよびGRのメタルシースについては、本試験の範囲では、いずれの場合も外観上の変化は見られなかった。

6. 結 論

アフターボンドPC鋼より線を配置したコンクリート部材の耐火試験を行った。得られた結果を要約すると、つぎのようである。

- (1) 鋼材温度が400℃以下であることを条件とすると、アフターボンドPC鋼より線のかぶりが40mm以上であれば、2時間耐火の性能を満足する。
- (2) ポリエチレンシースおよび樹脂が炭化しないことを条件とすると、鋼材温度は約265℃以下であることが必要であり、そのために必要なかぶりは1時間耐火の場合50mm、2時間耐火の場合80mm程度である。

表-4 鋼材最高温度と充填材およびシースの状況

試験体記号	項目	鋼材最高温度(℃)			
		100	200	300	400
AF	樹脂	正常(白色)	190 (黄色)	265 (黒色)	320 炭化
	シース	正常	190 軟化	265 炭化に近い	320 炭化
AS	樹脂	正常(白色)	270 (黒色)		330 炭化
	シース	変化なし			
UB	グリース	残留	150	消失	
	シース	正常	190 軟化	265	炭化
GR	グラウト	変化なし			
	シース	変化なし			