

# 論文 ポストテンション方式 PC 部材の耐火性能評価

白石 真由奈\*1・東 洋輔\*2・旭澤 広輝\*3・小澤 満津雄\*4

**要旨:** 本研究ではポストテンション方式の PC 部材に着目し、シースおよびグラウトが火害を受けた場合の性状把握を目的として、グラウトの加熱試験および化学分析や、PC 梁の加熱試験に加え、火害後の PC 部材の耐荷性能評価を実施した。その結果、グラウトの TG-DTA 分析によって受熱温度が CH および CaCO<sub>3</sub> の分解温度以上かの判定ができること、PE シースが融解すると膨張圧が発生する可能性があること、火害後の PC 部材の耐力低下は超音波伝搬速度を用いたコンクリートの物性評価により凡そ推定できることがわかった。

**キーワード:** 火害, PC, シース, グラウト, 示差熱分析, 耐荷性能

## 1. はじめに

プレストレストコンクリート (以下, PC) は我が国において PC まくらぎから始まり, その後, 道路橋や鉄道橋, 防災構造物や海洋構造物など様々な場所で活躍しているが, 老朽化や劣化に伴い補修や補強が必要な構造物もあり, 経年劣化対策や補修・補強工法が確立されている。一方で, 構造物に対して偶発的に発生しうる変状として自動車起因とした火災や建物火災などの火害が挙げられるが, 火害を受けた PC 部材の特性を把握することは, 被災後の補修・補強計画や, 被災直後の使用制限等の判断にも大きく貢献するものと考えられる。

PC 部材の火害に関して, 藤本ら<sup>1)</sup>は PC 部材の火災時における爆裂挙動の把握を目的に, PC 梁の一面加熱試験や加熱後の静的曲げ載荷試験を行い, 爆裂深さの評価や PC 梁の耐力を評価している。このように, PC 部材の火害に関する検討はあるものの, シース種類やグラウト充填率の影響が明らかになっていない。

以上を踏まえて本研究では, ポストテンション方式 PC 部材の火害に対する性状を把握することを目的に, ポストテンション方式で特徴的なシース種類やグラウト充填率を変え, それらが受熱した際の物性変化や, PC 部材としての構造性能に及ぼす影響を評価した。

## 2. 火害を受けたグラウトの性状評価

### 2.1 試験概要

本検討では超低粘性型プレミックスグラウト材を使用した。グラウトのフレッシュ性状を表-1 に示す。試験水準は加熱温度を試験要因として, 加熱無し, 100, 200, 300 および 500℃とした。

グラウトの性状評価ではφ50mm×100mm の円柱供試体を作製し, 材齢 55 日に電気炉を用いて温度上昇速度を 5℃/min として加熱試験を実施した。所定温度まで到達後,

表-1 グラウトのフレッシュ性状

水粉体比 (%)	流下時間 (秒)	膨張率 (%)	フリーディング率(%)	
			3時間後	20時間後
36	4.43	0	0	0

達後, 炉内で 2 時間保持した後に自然冷却とした。その後, 加熱温度の違いによるグラウトの強度物性と水和生成物の変化を把握するため, 加熱後 24 日間, 室内環境で封緘養生を行った後に圧縮強度試験 (JIS A 1108) を行った。加熱試験と圧縮強度試験では各水準の供試体数は 4 体とした。また, 圧縮強度試験後の供試体を 40 日間室内環境で封緘養生を行い, 各水準の供試体数を 1 体として示差熱天秤分析 (以下, TG-DTA) を実施した。供試体は乳鉢を用いて粉碎し, 20mg の試料を採取した。測定は昇温速度 10℃/min, N<sub>2</sub> フロー環境とした。評価は 400~500℃付近で生じる吸熱を伴う急激な質量減少を Ca(OH)<sub>2</sub> (以下, CH) の脱水, 600~800℃付近の質量減少を CaCO<sub>3</sub> の脱炭酸として, 各質量減少量から CH および CaCO<sub>3</sub> の含有率を算出した。

### 2.2 試験結果

加熱試験後のグラウト供試体を表-2 に示す。なお, 表中には圧縮強度試験結果を示し, 赤線でひび割れを併記した。結果より, 加熱温度が高くなるほど表面のひび割れが多く現れた。これは, 受熱温度が高いほど硬化体内部の水分の蒸発に伴う膨張圧が大きくなり, ひび割れが多く生じたためと推察できる。また, 圧縮強度試験結果より, 500℃の加熱を受けた No.1-5 では加熱なしの No.1-1 と比較して圧縮強度が約 80%低下する結果となった。コンクリートは受熱温度が 500℃を超えると健全時の 1/2 程度まで圧縮強度が低下する<sup>2)</sup> が, グラウトはコンクリートとは異なり粗骨材を含まず剛性が低く, ひび割れが多く生じていたことから, ひび割れ箇所を介して供試体内部まで熱が伝わり, 本検討では火害による圧縮

\*1 オリエンタル白石 (株) 本社 技術本部 技術研究所 研究員 (正会員)

\*2 オリエンタル白石 (株) 本社 技術本部 技術研究所 主任研究員 (正会員)

\*3 群馬大学大学院 理工学府 環境創生理工学教育プログラム (学生会員)

\*4 群馬大学大学院 理工学府 物質環境類 土木環境プログラム 教授 博(工) (正会員)

表-2 グラウト供試体

No.	1-1	1-2	1-2(ひび割れ)	1-3	1-3(ひび割れ)	1-4	1-4(ひび割れ)	1-5	1-5(ひび割れ)
加熱	加熱なし	100°C		200°C		300°C		500°C	
圧縮強度	104.1(N/mm <sup>2</sup> )	78.8(N/mm <sup>2</sup> )		99.8(N/mm <sup>2</sup> )		80.1(N/mm <sup>2</sup> )		17.8(N/mm <sup>2</sup> )	
供試体写真									

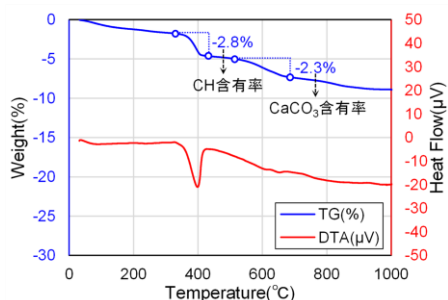


図-1 TG-DTA 計測結果 (例: No. 1-5)

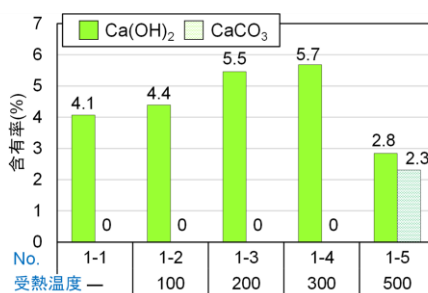


図-2 含有率算出結果

表-3 試験水準

No.	グラウト 充填率(%)	シース 種類
2-1	100	PE
2-2	100	鋼製
2-3	50	PE
2-4	50	鋼製
2-5	0	PE

強度の低下率が文献値よりも高くなったと考えられる。

TG-DTA の計測結果について、No.1-5 を例に図-1 に示し、全水準の CH および CaCO<sub>3</sub> の含有率を図-2 に示す。結果より、CH は無加熱から 300°C まで (No.1-1 ~ No.1-4) は含有率が増加した。これは、加熱により水和反応が促進され、CH が増加したためと考えられる。一方、No.1-5 では、それ以下の温度での傾向とは異なり、CH 含有率が大幅に減少した。これは、CH の脱水が 400~500°C 付近で生じることから、加熱試験時に CH の分解温度と同等以上の受熱があったことで脱水が生じ、500°C の加熱を受けた場合が最も CH 含有率が小さくなったと考えられる。よって、CH は分解温度以下の受熱では無加熱の場合よりも含有率が増加する一方、分解温度以上の受熱では無加熱の場合よりも含有率が減少するものと考えられる。一方、CaCO<sub>3</sub> は No.1-5 でのみ確認された。これは、500°C の加熱を受け CH から分解された CaO と、ひび割れ箇所から侵入した空気中の CO<sub>2</sub> が反応し CaCO<sub>3</sub> が生成されたため、No.1-5 は CH 含有率の大幅減少と CaCO<sub>3</sub> 含有率の増加が生じたと考えられる。本検討は 500°C 以下を検討範囲としたため CH の挙動は確認できたが、CaCO<sub>3</sub> においても同様に、分解温度である 600~800°C 以上の受熱があった場合には、それ以下の受熱があった場合と比較して含有率が大幅に減少する可能性があることと示唆される。

以上のことより、PC 部材が火害を受けた場合、生成物の含有率を調査し、受熱温度が CH および CaCO<sub>3</sub> の各分解温度以上であるかが推定可能であることが確認できた。

### 3. 火害を受けた PC 部材の変状の把握

火害後の PC 部材のシースおよびグラウトの変状を把

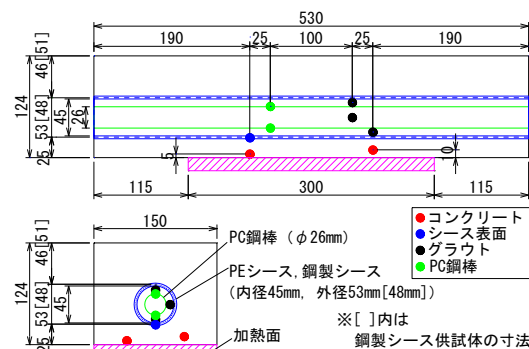


図-3 供試体概要 (単位: mm)

握するため、プレストレスを与えずにシース断面の中央に PC 鋼棒を配置した供試体を用いて加熱試験を行った。

#### 3.1 供試体概要

##### (1) コンクリート配合および試験水準

コンクリートは「普通 36-8-20H」のレディーミクストコンクリートを用い、水セメント比は 43% とした。グラウト材は 2.1 節と同一とした。試験水準を表-3 に示す。試験要因はシース種類と、シース全断面に対するグラウトの充填率とし、シースは高密度ポリエチレン (以下、PE) 製と鋼製の 2 種、グラウトの充填率は 0, 50 および 100% とした。また、各水準の試験体数は 1 体とした。

##### (2) 供試体概要および計測項目

供試体概要を図-3 に示す。供試体は 150mm × 124mm × 530mm の小型梁とした。シースは PE, 鋼製ともに内径を φ45mm とし、かぶりは 25mm とした。PC 鋼棒は φ26mm (C 種 1 号, 耐力: 1197 N/mm<sup>2</sup>, 引張強度: 1294 N/mm<sup>2</sup>) を使用し、シース断面中央に固定した後に所定の充填率になるよう端部からグラウトを注入した。また、K 熱電

対を用いてかぶり 5mm および 10mm でのコンクリート温度、加熱面直下のシース表面温度、シース断面に対して図-3 上での上部、中部、下部（加熱面直下）のグラウト温度および上部、下部（加熱面直下）の PC 鋼棒表面温度の計 8 点について、加熱試験時の温度を計測した。なお、No.2-5 はグラウト充填率を 0%としたが、計測位置を他供試体と同一としたため、グラウト温度ではなくシース内の空気温度を計測した。

### 3.2 試験概要

加熱試験の概要を図-4 に示す。加熱範囲は図-3 の赤斜線部で示す範囲で、図-4 に示すように供試体中央を中心に 300mm とし、非加熱範囲は供試体両端の 115mm とした。加熱時はかぶり面が電気炉に面するよう供試体を配置し、上面、下面およびシース端部の開放箇所となる供試体側面の計 4 面を不燃断熱材で覆った。電気炉は温度上昇速度を 1050°C/10min に設定し、その後 5 時間保

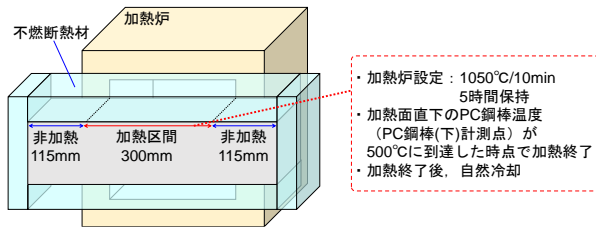


図-4 加熱試験概要

持とした。なお、本検討では PC 鋼棒の受熱温度を同一とするため、加熱面直下の PC 鋼棒温度 (PC 鋼棒(下)計測点) が 500°Cに達するまで加熱を行い、以降は炉内温度が常温になるまで自然冷却とした。

### 3.3 試験結果

加熱試験後と解体調査後の損傷状況を表-4 に示す。図中にはひび割れを赤線で併記し、加熱面を斜線および破線で示した。全水準において非加熱範囲である供試体端部に軸方向のひび割れが発生した。これは、加熱範囲のコンクリートの膨張が PC 鋼棒に拘束され引張応力が生じ、供試体端部にひび割れが発生したと考えられる。次に、No.2-1 では加熱時に加熱面に対して平行にシースに沿ったひび割れが生じ、ひび割れ部付近が黒色に変色していた。一方、No.2-1 と同様に PE シースを用いた No.2-3 および No.2-5 では、加熱面以外においてひび割れは生じなかった。ここで、図-5 に示す温度計測結果から、PE シース水準においてシース表面温度は PE の融解温度である 125°Cを超え、150°C付近 (図中の水色点) で温度上昇が緩やかなため融解反応時の吸熱による影響と考えられる。PE シースは全て融解したと判断でき、解体結果からも PE シースは原形を留めておらず融解したと判断できる。そのため、融解した PE シースは膨張し、膨張圧が発生するが、No.2-1、No.2-3 および No.2-5 ではグラウト充填度が異なっており、No.2-3 および No.2-5 ではグラウ

表-4 加熱試験後と解体調査後の損傷状況

	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
(加熱後)					
解体調査					

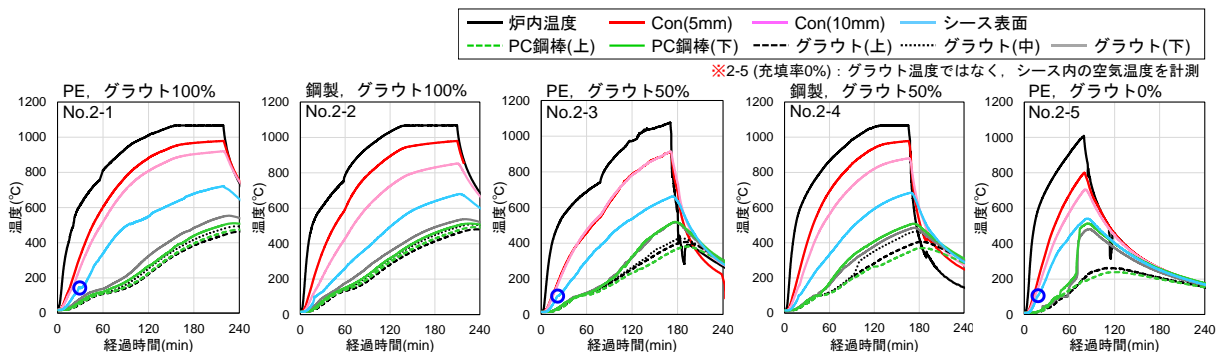


図-5 加熱試験時の温度計測結果

ト充填度が 50%以下であるため膨張圧が発生せず、グラウトが 100%充填されている No.2-1 では膨張圧が発生し、加熱側のコンクリートの強度物性の低下も影響し加熱面に対して水平なひび割れが発生したと推察される。また、温度計測結果の No.2-5 の PC 鋼棒 (下) とグラウト (下) が加熱後 70 分時点で温度が急に上昇しているが、これは融解した PE シースが空洞部を充填しコンクリートの受熱が PC 鋼棒に熱伝導し易くなったためと考えられる。一方で、No.2-3 の PC 鋼棒 (下) とグラウト (下) も同じ理由で温度上昇が大きくなっているがグラウトが 50% 充填されているため、温度上昇が緩やかになったと考えられる。次に、鋼製シースを用いた No.2-2 や No.2-4 では、グラウト充填率の変化によってコンクリート表面における変状の違いは確認されなかった。

解体結果のグラウトに着目すると、鋼製シース水準のグラウトの色は概ね灰白色になっており、色から推定される受熱温度<sup>2)</sup>は 600~800℃となる。ここで、グラウト表面の色で評価することを考慮し、グラウト表面が接するシースの表面位置での受熱温度に着目すると 600℃以上であることから、グラウトの色からも受熱温度を推定できる可能性が確認された。一方、PE シース水準においては、鋼製シース水準よりも広範囲でグラウトが黒色に変色していた。これは融解した PE シースが付着したことや PE シースが燃焼した際の煤が付着したためと考えられる。なおグラウトを充填した水準では、グラウトにひび割れが発生していた。これは、図-5 においてグラウトの受熱温度は 400~500℃であったことから、2.2 節より、加熱によって水和物の脱水分解が生じ、グラウトが収縮したことでひび割れが発生したと推察できる。

#### 4. 火害が PC 部材の耐荷力へ及ぼす影響の評価

加熱後の PC 梁で超音波伝搬速度と曲げ耐力を評価し、火害による耐力低下や耐力推定について検討を行った。

##### 4.1 供試体概要

###### (1) コンクリート配合および試験水準

コンクリート配合を表-5 に示す。セメントは早強ポルトランドセメント (C、密度: 3.14g/cm<sup>3</sup>)、細骨材は砕砂 (S、硬質砂岩、密度: 2.62 g/cm<sup>3</sup>)、粗骨材は砕石 (G、硬質砂岩、密度: 2.65 g/cm<sup>3</sup>) を使用し、混和剤はポリカルボン酸系ポリマーを主成分とした高性能減水剤 (A) と、ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩を主成分とした AE 剤 (AE) を使用した。水セメント比は 50% とし、グラウトは 2.1 節と同一とした。実施水準を表-6 に示す。試験要因はシースの種類 (PE あるいは鋼製) と加熱の有無とし、各水準の試験体数は 1 体とした。

###### (2) 供試体概要および計測項目

供試体概要を図-6 に示す。供試体は幅 200mm×高さ

200mm×長さ 2500mm のポストテンション方式 PC 梁とし、かぶり 25mm 位置に φ45mm のシースを配置した。シース断面の中心位置には φ17mm の PC 鋼棒 (C 種 1 号、耐力: 1202 N/mm<sup>2</sup>, 引張強度: 1281N/mm<sup>2</sup>) を配置した。コンクリートの打込み後、翌日に脱型し 7 日間の封緘養生を経てプレストレスを導入 (初引張応力度: 690N/mm<sup>2</sup>, 有効引張応力度: 644N/mm<sup>2</sup>, コンクリート応力度下縁 9.2N/mm<sup>2</sup> および上縁 2.2N/mm<sup>2</sup>, 導入時コンクリート圧縮強度: 38.2N/mm<sup>2</sup>) し、グラウトを充填率 100% となるよう注入した。供試体は材齢 25 日まで気中養生を行い、加熱試験へ供した。なお、加熱試験時の供試体の表面含水率は高周波容量式の水分計により測定し、4.0%であった。加熱試験中は、供試体内部の受熱温度を把握するため、かぶり 5mm および 10mm 位置のコンクリート温度、加熱面側のシース表面温度、グラウト温度および PC 鋼棒温度の計 5 点について、K 熱電対を用いて温度を計測した。加熱試験後の載荷試験は屋内で保管し材齢 256 日で実施した。

##### 4.2 試験概要

加熱試験の概要を図-7 に示す。加熱範囲は図-6 および図-7 に示すように、供試体中央を中心として 2000mm、非加熱範囲を供試体両端の 250mm となるようガス水平炉に蓋をする形で供試体を設置した。なお、加熱範囲が供試体下面の 2000mm 区間のみになるよう、各

表-5 コンクリート配合

SL (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					
				W	C	S	G	A	AE
12	4.5	50	48	165	330	875	948	2.64	0.017

表-6 試験水準

No.	シース種類	加熱
3-1	PE	○
3-2	鋼製	○
3-3	鋼製	—

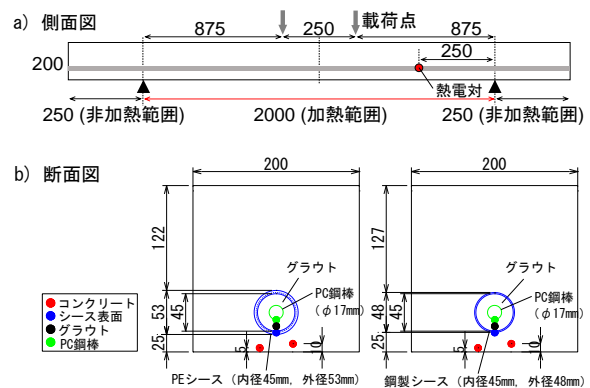


図-6 供試体概要 (単位: mm)

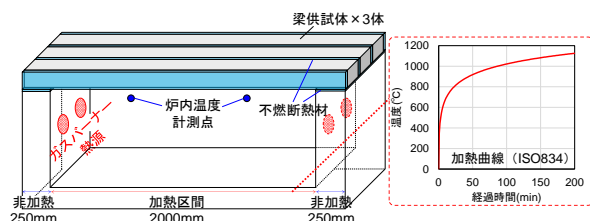


図-7 加熱試験概要

供試体の間や供試体下面の非加熱範囲には不燃断熱材を設置した。加熱は、建物火災を想定し図内に示した ISO834 加熱曲線を採用した。なお、加熱時間は、3 章での炉内最高温度が 1000℃程度であったことから、条件を同様にするため、炉内温度が 1000℃に到達する 90 分間とし、以降は炉内温度が常温になるまで自然冷却とした。

次に、加熱試験後の供試体を用いて損傷の程度を評価するため、超音波透過法で伝搬速度を計測した。計測箇所は、供試体の軸方向では中央と、両端から 250、550、850 および 1125mm 位置とし、それぞれ上縁から 25、50、75、100、125、140、165 および 175mm の位置に加え、PC 鋼棒位置の 152.5mm 位置で透過法により計測した。

次に、火害後の供試体の曲げ耐力を評価するため、図-6a) に示す 2 点荷重 2 点支持条件で破壊まで単調荷重を行い、破壊までの耐力を評価した。

### 4.3 試験結果

#### (1) 加熱試験

加熱試験後の供試体下面（加熱面）の状況を表-7 に示し、図中にはひび割れを併記した。No.3-1、No.3-2 とともに加熱面において軸方向のひび割れと軸直角方向のひび割れが発生し、シースに沿った軸方向のひび割れが不連続ではあるが卓越していた。これは加熱によりコンクリートは膨張挙動となるが、軸方向にはプレストレスが導入されているため拘束され、軸直角方向に膨張が卓越し軸方向のひび割れが発生したものと考えられる。また、PE シース水準である No.3-1 では加熱開始 20 分後に供試体下面（加熱面）のコンクリートが剥落した。剥落は供試体端部から 290～1230mm の箇所で見られ、欠損深さは最大 25mm であった。これは 3.3 節の PE シースでグラウト充填率 100%の供試体 (No.2-1) に発生した加熱面に平行なひび割れと同様に、融解した PE シースの膨張圧によって加熱面に対して水平ひび割れが発生しコンクリートの剥落に繋がったものと推察される。コンクリートが剥落した範囲では、PE シースが部分的に露出し、PE シースが露出していない箇所でもシースに沿ったひび割れが発生しており、シースの露出部やひび割れ箇所から炎が発生していることを目視確認したため、PE シースが燃

焼したと判断した。一方、鋼製シース水準の No.3-2 では加熱面コンクリートのひび割れは発生したがコンクリートの剥落やシースの燃焼は発生しなかった。なお、PC 鋼棒を下縁側に偏心させてプレストレスが導入されているため、加熱された供試体は下縁コンクリートの剥落や下縁側のコンクリートの受熱による剛性が低下したことに起因して、供試体が上縁に凸の変形が発生した。

#### (2) 超音波透過法

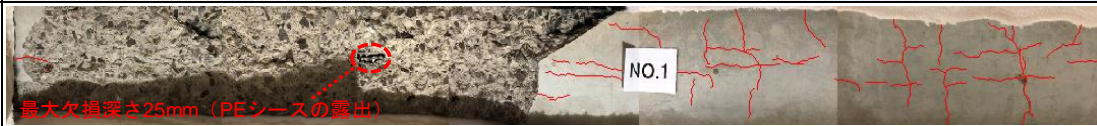
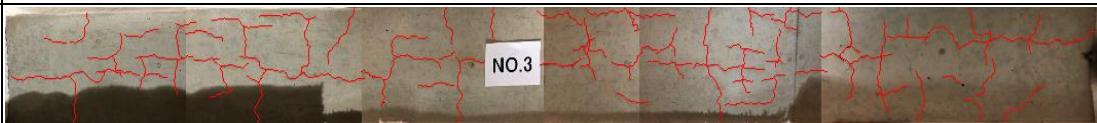
火害を受けたコンクリートの硬化物性を評価するため、超音波伝搬速度を所定の位置で測定した。各計測値は非加熱範囲の上縁など健全部と判断される箇所の計測値に対する割合（以下、物性残存率）で整理した。算出結果を図-8 に示す。各供試体の計測位置に算出結果を示し、値に応じて 5 段階で色分けをした。なお、No.3-1 では下縁のコンクリートが剥落した範囲は計測対象外とした。

結果より、火害を受けた供試体 (No.3-1、No.3-2) では、加熱面の中央を中心に物性残存率が低くなった。ただし、No.3-1 では図中右端部から 850mm 位置において、上縁まで物性残存率が低くなった。これは、No.3-1 は加熱によって供試体が上に凸変形したことで上縁側にひび割れが生じており、超音波伝搬速度が低下したものと考えられる。また、No.3-1 の方が No.3-2 よりも物性低下範囲が広いことが分かる。ここで、加熱試験時の温度計測結果を図-9 に示す。これより、No.3-1 および No.3-2 のかぶり 5mm 位置のコンクリート温度は同等で、供試体下面の受熱温度に大きな差はないが、シース表面温度は No.3-1 の方が約 120℃高い結果であった。これは、No.3-1 で下縁コンクリートが剥落したことで供試体内部の受熱温度が高くなったためである。そのため、No.3-1 の方が No.3-2 よりも物性残存率が低下したものと推定できる。

#### (3) 荷重試験

荷重試験結果より、荷重変位曲線を図-10 に示す。加熱無しの No.3-3 と比較して No.3-1 および No.3-2 は同一荷重での変位が大きく推移したが、これは、上縁側に発生していたひび割れが閉塞する 10～12kN まで変位が大きくなり、それ以降は加熱によって PC 梁の断面剛性が低下したことで変位が増加したと考えられる。

表-7 加熱試験後の加熱面（供試体下面）の状況

No.	加熱試験後の加熱面の様子(供試体下面)
3-1 (PEシース)	
3-2 (鋼製シース)	

← 加熱区間 (2000mm) →

載荷試験結果の一覧を表-8に示す。本検討では、加熱無し供試体の破壊抵抗曲げモーメント時点における中立軸高さを基準に、図-8に赤四角で示した範囲における物性残存率の平均値を曲げ荷重を受けた部材梁における圧縮領域の物性残存率とした。表中には加熱をしていないテストピースを用いて載荷試験時の圧縮強度(49.1N/mm<sup>2</sup>)と弾性係数(32440N/mm<sup>2</sup>)を求め、これらに対して圧縮領域の物性残存率を乗じた値を示す。また、物性残存率を乗じた圧縮強度を用いてH29年道路橋示方書<sup>3)</sup>に準拠して求めた破壊抵抗曲げモーメントに相当する破壊荷重を計算値として併記している。結果から、全ての水準で破壊形態は曲げ圧縮破壊となりPC鋼棒の降伏や破断には至らなかった。PC鋼棒の受熱温度は約300℃であり、受熱後の機械的性質の低下はない範囲であるが、No.3-1のシー스가露出した箇所では約600℃と想定でき、受熱後の機械的性質の低下が予想される。しかしながら、その影響はグラウトの存在によって加熱が軽減されPC鋼棒の機械的性質が確保されたものと考えられる。破壊荷重について、実験値は火害を受けた供試体(No.3-1, No.3-2)で同一の結果となり、加熱無しのNo.3-3と比較して14.5kN低下した。加熱を受けた水準の実測値は圧縮領域の物性残存率を用いて算出した計算破壊荷重と比較して約5kN低くなったが、概ね推定できている。

以上の結果から、火害を受けた際のPC鋼棒の保護の観点で整理すると、シースの種類はPEでは燃焼するため鋼製シー스가良いが、グラウトが充填されていればPC鋼棒を保護することができており、PC鋼棒の破断や部材耐力の大幅な低下には至らないと評価できる。

### 5. まとめ

火害を受けたポストテンション方式PC部材に着目し、シーソおよびグラウトの性状やPC部材の耐力を把握し、火害に対する性能を評価した結果を以下に整理する。

- (1) グラウトはTG-DTA分析によって、Ca(OH)<sub>2</sub>の分解温度(400~500℃)以下の受熱時にはCa(OH)<sub>2</sub>含有率が增加する。一方、それ以上の受熱時には含有率が減少するため、グラウトの受熱温度がCHおよびCaCO<sub>3</sub>の分解温度以上であるか否かの推定が可能である。
- (2) PEシーソは火害によって融解し、グラウトの充填度によってはコンクリートに対して膨張圧が発生する。
- (3) 火害を受け常温まで冷却したPC部材の耐力低下について、超音波伝搬速度を用いたコンクリート物性の評価によって凡その部材耐力を推定できた。

以上の知見は、火害後のPC部材の供用制限等に関する判断材料として資すると考えられる。今後は、グラウトの充填度やグラウト種類が火害を受けたPC部材の性能に及ぼす影響を把握していきたい。

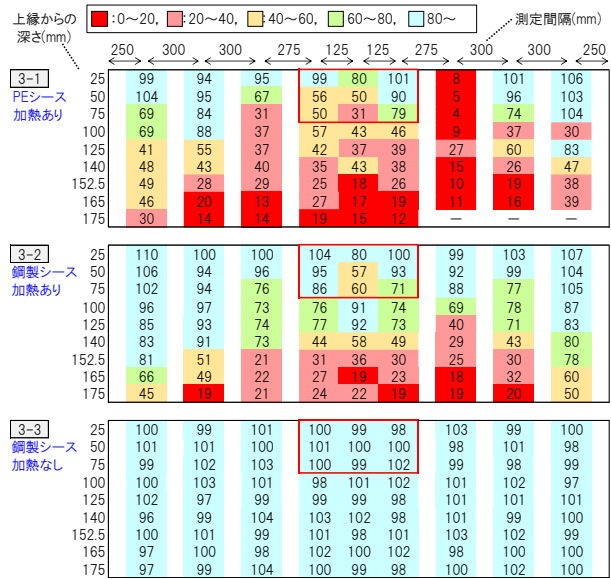


図-8 各伝搬速度/健全部計測値の割合(%)

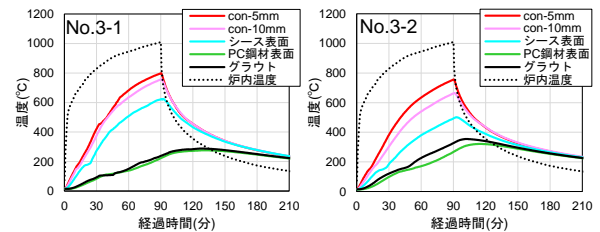


図-9 加熱試験時の温度計測結果

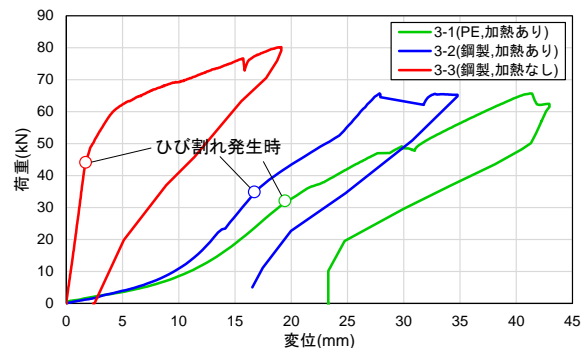


図-10 荷重-変位曲線

表-8 載荷試験結果

No.	シーソ種類	加熱	圧縮領域の物性残存率 (%)	実測値×残存率		破壊荷重	
				圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	計算値 (kN)	実測値 (kN)
3-1	PE	○	70.7	34.7	22941	69.2	65.7
3-2	鋼製	○	82.7	40.6	26835	70.8	65.7
3-3	鋼製	—	99.8	49.0	32375	72.3	80.2

### 参考文献

- 1) 藤本謙太郎, 小澤満津雄, 井筒浩二, 谷辺徹, 内田裕市: 火災時におけるプレストレストコンクリート部材の爆裂挙動と火災後の耐荷性に関する検討, 土木学会論文集, Vol.75, No.4, pp.251-264, 2019
- 2) 日本建築学会: 建物の火災診断および補修・補強方法指針・同解説, 2015
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 2017.11