

非破壊試験による火害を受けたコンクリートの劣化範囲の評価に関する実験的検討

Experimental study on evaluation of deterioration area of fire-damaged concrete by the non-destructive test methods.

春畑 仁一*1、松田 司*2、阪口 明弘*3、水野 雄太*4、皿井 剛典*5

1. はじめに

日本建築学会の「建物の火害診断および補修・補強方法 指針・同解説」¹⁾（以下、「指針」と称す）では、建物の内外装材料および構成部材の火災による劣化または喪失を火害と定義している。建設材料の一つであるコンクリートが火害を受けると、セメント硬化体と骨材とがそれぞれ異なった膨張収縮挙動を示すことにより組織は緩み、これらの事象によってひび割れが生じ、物性・機能が低下する。

鉄筋コンクリート建物において火害を受けたコンクリート部材の劣化範囲を的確に診断することは、合理的な補修・補強方法を決定する上で重要である。さらに建物の所有者や利用者より、早期に補修・補強を行いたいという要求がある場合が多く、簡便で迅速に、かつ精度よく調査・診断できる方法が望まれている。

このような背景のもと、火害を受けた鉄筋コンクリート建物は、上記の指針に基づいて、その建物の再利用の可否や補修・補強方法を検討するために、火害調査を実施することは少なくない。

火害調査は、火災の情報を収集するための「予備調査」、建物の被災状況を目視または非破壊試験などにより確認する「一次調査」、さらに必要に応じて破壊試験などを行う「二次調査」により構成されている。このうち、一次調査で行われる目視観察では、火害によるコンクリート表面への煤の付着や変色、周囲の可燃物の状況から受熱温度を推定する。ここで、コンクリート表面の変色の

有無やその色彩は、指針に示された色彩に基づいて判断するが、調査者の主観が大きく関係する場合がある。また、火害の影響範囲を推定する場合には、反発度法などの非破壊試験を用いるが、既往の手法における推定精度のさらなる向上はもとより、簡便かつ迅速に評価が可能になる非破壊試験法の確立が期待されている。さらに指針では、補修・補強計画を立案するにあたり、火害を受けたコンクリートの劣化深さを判断する方法として、コンクリートコア採取による中性化深さの測定やUVスペクトル分析等を用いることとしているが、分析には時間を要する点が指摘されており、迅速かつ的確に定量化する手法の導入が課題となっている。

本研究では、火害を受けたコンクリート表面の受熱温度とその劣化範囲、ならびにコンクリート表面からの劣化深さを定量化するために、いくつかの非破壊試験手法を用いて、その適用性について検討することを目的としている。非破壊試験法には、コンクリート表面の色彩については測色法を、火害影響範囲の特定については反発度法のほかに簡便かつ迅速に実施することが可能な引っかけ傷法を、劣化深さの測定については孔内局部載荷法をそれぞれ採用し、コンクリートの品質を3水準設けて作製した床版形試験体を加熱実験したものに適用して、実験的な検討を行った。

なお、本報は筆者らが平成23年度から2年間取り組んだ、自主研究の成果を報告するものである。

*1 HARUHATA Masakazu：（一財）日本建築総合試験所 試験研究センター 構造部 耐震耐久性調査室 主査

*2 MATSUDA Tsukasa：（一財）日本建築総合試験所 試験研究センター 環境部 耐火防火試験室

*3 SAKAGUCHI Akihiro：（一財）日本建築総合試験所 試験研究センター 環境部 耐火防火試験室 室長代理

*4 MIZUNO Yuta：（一財）日本建築総合試験所 建築確認評定センター 建築確認評定部 性能評定課

*5 SARAI Yoshinori：川崎地質(株) 事業本部 保全部

2. 実験概要

本研究では、コンクリートの水セメント比を63%、50%および38%の3水準（以下「W/C:63%」、「W/C:50%」、「W/C:38%」と称す）とした試験体を用いて、加熱温度ならびに冷却方法の異なる加熱実験を行った後、非破壊試験ならびに破壊試験を実施し、それぞれの傾向を確認した。

2.1 試験体

試験体は、図-1に示すように長さ1000mm×幅500mm×厚さ200mmの直方体の型枠に、かぶり厚さを50mmとして異形棒鋼（呼び名：D10）を縦横200mmピッチで配置し、レディーミクストコンクリートを打設したものである。コンクリートの使用材料を表-1に、コンクリートの計画調合とフレッシュコンクリートの物性値を表-2に示す。試験体は打設から7日後に脱型し、その後、材齢94～95日まで室内空中に静置した（表-2参照）。また、加熱実験においてコンクリート加熱面および内部の温度を測定するために、コンクリート打設時に図-1（a～c点）に示す12ヶ所にK熱電対を埋設した。

2.2 加熱実験

加熱実験では火災を受けた天井スラブを想定し、試験体の長さ1000mm×幅500mmの面（有効加熱寸法：長さ750mm×幅500mm）が下向きになるようにガス加熱炉に設置した。

加熱は、ISO834に規定する標準加熱曲線に沿って炉内

温度を上昇させ、試験体の加熱面の表面温度（図-1 a～c点 熱電対①の平均値）が、300℃、500℃、750℃および950℃に達した直後に終了した。なお、炉内温度は加熱面中央部から10cm離れた位置に設置したK熱電対を用いて計測した。ガス加熱炉内の状況を写真-1に、加熱状況を写真-2に示す。また、加熱実験における経過時間とコンクリート加熱面の温度との関係の一例を図-2に示す。

加熱後の試験体の冷却方法は、実火災における消火による放水を想定し、放水した後室温まで気中で徐冷した場合（以下「放水あり」と称す）と、気中で室温まで自然徐冷した場合（以下「放水なし」と称す）の2種類とした。なお、放水量は16ℓ/minとして、加熱面に3分間放水した。

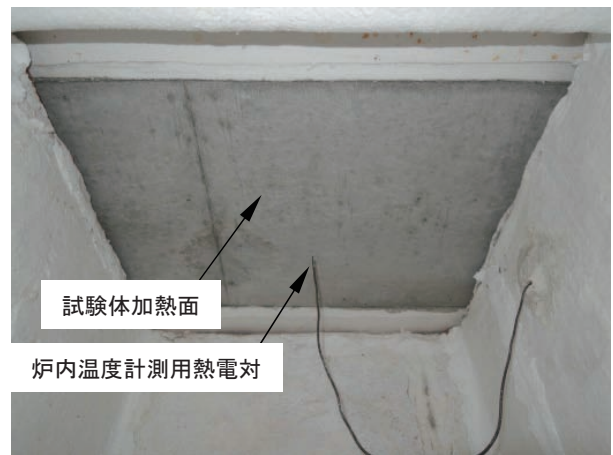


写真-1 ガス加熱炉内の状況

表-1 コンクリートの使用材料

材 料	物 性
セメント C	普通ポルトランドセメント (密度:3.16g/cm ³)
細骨材 S	佐賀県小川島産海砂, 京都府亀岡市産砕砂 混合(表乾密度:2.56g/cm ³ , 混合比 70:30)
粗骨材 G	京都府亀岡市産砕石 (表乾密度:2.67g/cm ³ , 実績率:58.0%)
混和剤 Ad.	W/C63%:AE 減水剤 標準形 I 種 W/C50,38%:高性能 AE 減水剤 標準形 I 種

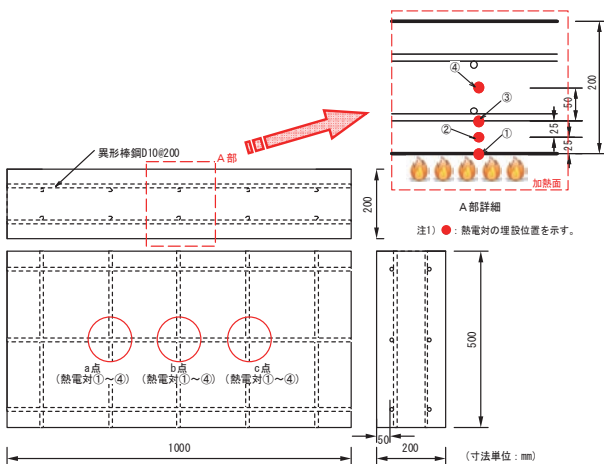


図-1 試験体の形状および寸法

表-2 コンクリートの計画調合とフレッシュ性状ならびに試験体静置期間

W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)					実測値			静置 期間 (日)
		セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 Ad.	スランプ ^a (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 ^(注) (N/mm ²)	
63.0	45.4	292	184	556	991	2.920	15.0	3.9	29.7	94
50.0	48.3	360	180	823	913	2.916	19.0	4.8	35.5	94
38.0	44.2	474	180	712	932	3.792	18.5	4.2	54.2	95

注) 28日間標準養生した試験体の圧縮強度を示す。



写真-2 加熱状況

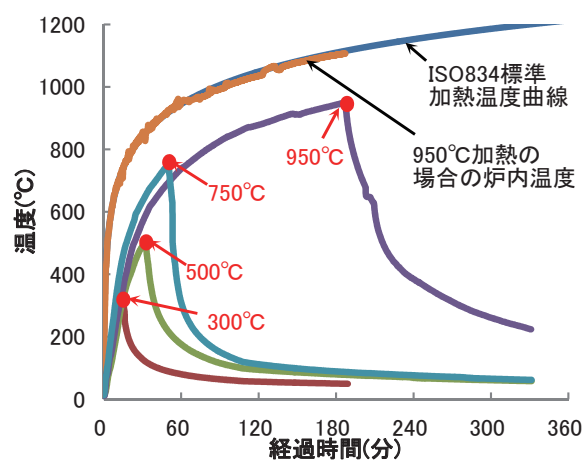


図-2 加熱実験時の炉内温度および試験体加熱表面の温度測定結果 (W/C:63%の場合)

2.3 非破壊試験方法

加熱後の試験体加熱面の劣化範囲と深さを推定するために用いた非破壊試験方法を表-3に示す。

表-3 本研究に用いた非破壊試験方法

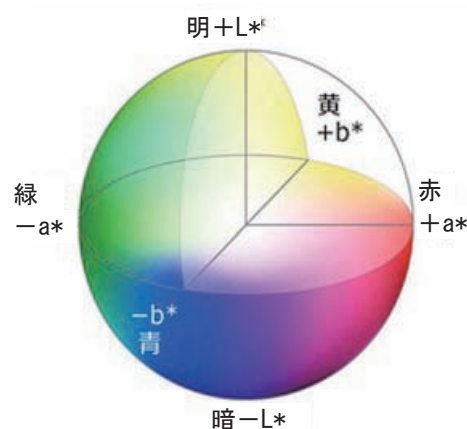
非破壊試験項目	適用範囲
色彩の測色法	劣化範囲の測定
反発度法	
引っかかり傷法	
孔内局部載荷法	劣化深さの測定

なお、加熱後のコンクリートの物性を把握するために、コンクリートコア（以下、「コア」と称す）を用いて圧縮強度試験を実施した。

コアの採取および圧縮強度試験は、JIS A 1107：2012「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」に基づいて、各試験体の加熱面から直径100mm、長さ200mmのコアを1本ずつ採取して試験に供した。また、圧縮強度試験の際にJIS A 1149：2010「コンクリートの静弾性係数試験方法」により、静弾性係数を求めた。

2.3.1 色彩の測色法

受熱温度の違いによる試験体加熱面の色彩変化の傾向を定量化するため、分光測色計を用いた。測色方法は、筆者らの既往の研究^{2), 3)}による測色法によった。測色条件は、標準光源D65、分光感度2度視野、正反射光成分除去（SCE）とし、加熱面中央の100mm角内で均等に分布した9点を測定した。測色結果は図-3に示す $L^*a^*b^*$ 表色系(L^* ：暗($-L^*$)⇔明($+L^*$)、 a^* ：緑($-a^*$)⇔赤($+a^*$)、 b^* ：青($-b^*$)⇔黄($+b^*$))で表した。

図-3 $L^*a^*b^*$ 表色系

2.3.2 反発度法

コンクリートの反発度の測定は、指針において火害の程度を推定するための方法として用いられているJIS A 1155：2012「コンクリートの反発度の測定方法」により、リバウンドハンマーを用いて、試験体加熱面の中央付近を9箇所測定し、その平均値を求めた。

2.3.3 引っかかり傷法

引っかかり傷法は、日本塗床工業会の認定品である引っかかり試験器を用いて、コンクリート表面に引っかかり傷を加えた後、ルーペおよびクラックスケールにより引っかかり傷幅を計測して、幅の大小からコンクリートの圧縮強度を推定するために提案されている方法⁴⁾である（写真-3参照）。

本手法を用いて試験体加熱面の中央付近に引っかかり傷を加えた後、その幅を5箇所測定し、その平均値を求めた。



写真-3 引っかけ傷を加えている状況と
引っかけ試験器先端

2. 3. 4 孔内局部載荷法

孔内局部載荷法は、河川樋門や砂防堰堤、橋梁、トンネルといった土木構造物の施工不良や凍害等によるコンクリート構造物の劣化深さを推定するために提案されている方法^{5), 6)}である。本手法では、直径42mm以上でコア削孔された孔内壁におけるコンクリート表面の貫入抵抗値（荷重－貫入量曲線の傾きから算出）を測定する。

載荷装置は、写真-4に示す直径6mmで半球状の載荷先端を備えたゾンデ（直径40mm、長さ270mm）および油圧ポンプ、データ収録装置（ノートパソコン、アン

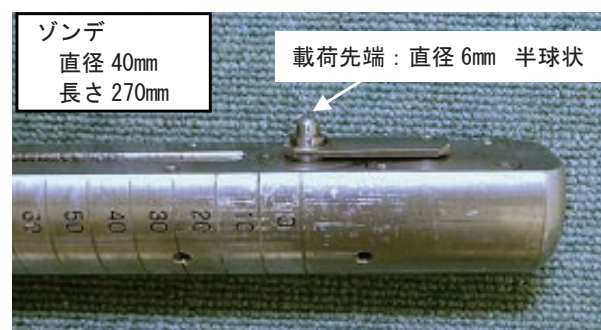
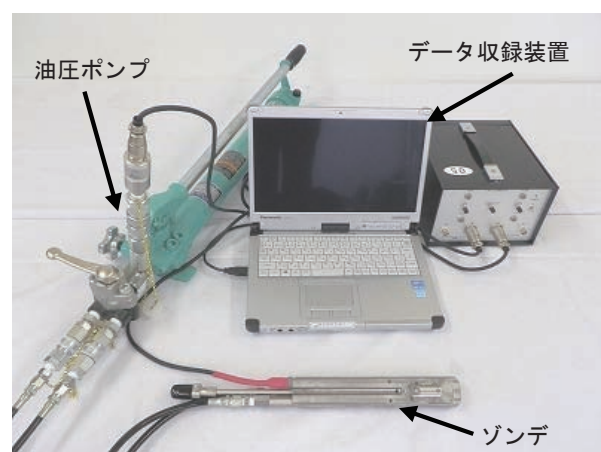


写真-4 孔内局部載荷装置

プ）で構成されている。

測定は、①ゾンデを測定位置に設置、②油圧ポンプにより載荷先端を孔内壁に載荷、③載荷時の荷重と貫入量をデータ収録装置で収録する手順で実施し、骨材や気泡等により生じる測定値のばらつきの影響を考慮して、同一深度において①～③を繰り返し、6点程度のデータを収集する（写真-5参照）。



写真-5 孔内局部載荷状況

本研究では、孔径を42mmおよび100mmについて行い、試験体の加熱面から深さ120mmまでの間において10mm間隔で測定を実施した。なお、孔径100mmでは、ゾンデ背面にアタッチメントを取り付けて測定した。

4. 実験結果

各非破壊試験の結果は4.1～4.4節に示すとおりである。同時に行った、加熱後の試験体から採取したコアの圧縮強度試験および静弾性係数試験の結果は次のとおりである。

試験体の加熱面が加熱中に受けた最高受熱温度（以下、「試験体加熱面の受熱温度」と称す）と圧縮強度残存比との関係を図-4に示す。ここでは、試験体加熱面の受熱温度は、図-1に示す試験体のa～c点に取り付けた熱電対①の平均値とし、コンクリートの圧縮強度は、加熱後の試験体から採取したコアの圧縮強度を、未加熱のコンクリートから採取したコアの圧縮強度で除した圧縮強度残存比として示した。

圧縮強度残存比は、試験体の加熱面における受熱温度の上昇に伴って低下した。W/C：63%の残存比は、受熱温度が500℃で約0.7、950℃で約0.4となった。一方、W/C：38%の残存比は、受熱温度が500℃で約0.8～0.9、950℃で約0.4となった。

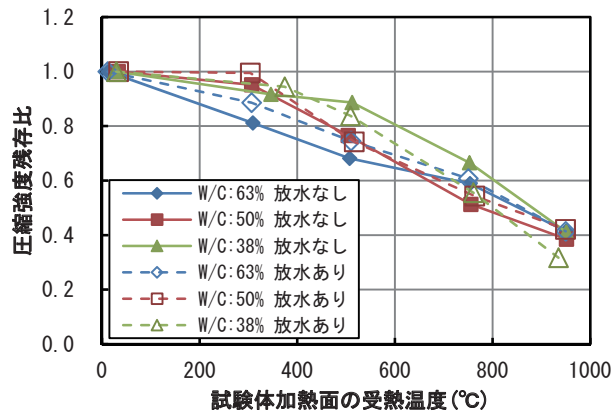


図-4 試験体加熱面の受熱温度と
圧縮強度残存比との関係

圧縮強度残存比の放水の影響を図-5に示す。圧縮強度残存比は、いずれの水セメント比においても放水の影響は認められなかった。

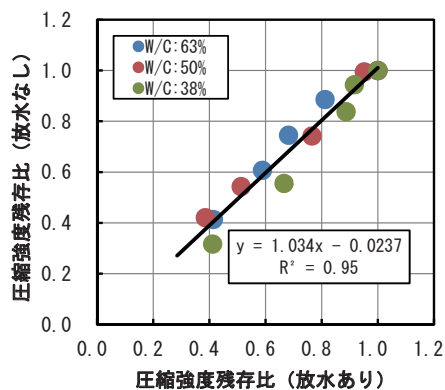


図-5 圧縮強度残存比における放水の影響

試験体加熱面の受熱温度と静弾性係数残存比との関係を図-6に示す。ここでは、コンクリートの静弾性係数は、加熱後の試験体から採取したコアの静弾性係数を、未加熱のコンクリートから採取したコアの静弾性係数で除した静弾性係数残存比として示した。

静弾性係数残存比は、圧縮強度残存比と同様の傾向を示した。

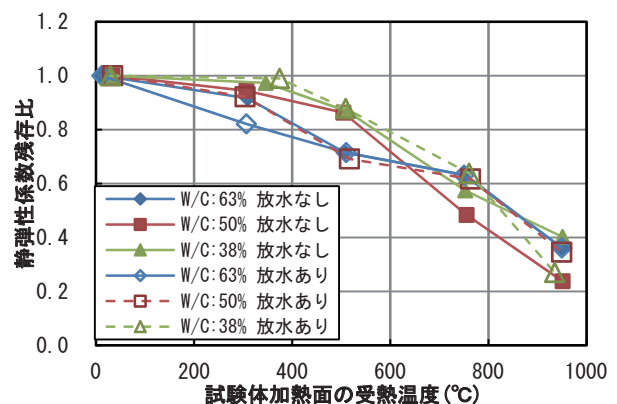


図-6 試験体加熱面の受熱温度と
静弾性係数残存比との関係

4.1 色彩の測色結果

各試験体加熱面の状況を表-4に示す。水セメント比および冷却方法の違いにおいて、放水の影響により若干色合いは異なるようにみえるが、W/C：38%を除いて、概ね指針で示された色彩（300℃～600℃：ピンク色、600℃～950℃：灰白色、950℃以上：淡黄色）に近い傾向を示した。また、放水した試験体の750℃、950℃において加熱面の剥離が顕著であった。なお、W/C：38%においては、目視による色彩の傾向を把握することは困難

表-4 試験体加熱面の状態（色彩）と受熱温度

W/C (%)	加熱なし	冷却方法							
		放水なし				放水あり			
		300℃	500℃	750℃	950℃	300℃	500℃	750℃	950℃
63									
50									
38									
指針 ^{注)} (解説図 3.3.5)		300℃～600℃ (ピンク色) → 600℃～950℃ (灰白色) → 950℃以上 (淡黄色)				300℃～600℃ (ピンク色) → 600℃～950℃ (灰白色) → 950℃以上 (淡黄色)			

注) 指針：「建物の災害診断および補修・補強方法 指針・同解説」¹⁾

であった。

試験体加熱面の受熱温度と色彩の変化量との関係を図-7に示す。ここでは、 L^* 値、 a^* 値、 b^* 値の各測色値は未加熱の試験体の測色値を基準とし、加熱後の色彩の測色値の変化量で示した。

各受熱温度の測色結果は、300℃では L^* 値：-1.3～0.5（平均値：-0.5）、 a^* 値：1.3～2.7（平均値：1.9）、 b^* 値：0～6.6（平均値：3.5）、500℃では L^* 値：-2.5～7.7（平均値：3.1）、 a^* 値：0.8～3.1（平均値：1.7）、 b^* 値：1.7～4.3（平均値：3.0）、750℃では L^* 値：5.4～14.9（平均値：9.6）、 a^* 値：-1.5～0.7（平均値：-0.1）、 b^* 値：-1.8～6.0（平均値：1.0）、950℃では L^* ：4.0～6.1（平均値：5.1）、 a^* 値：-0.7～1.5（平均値：0.5）、 b^* 値：3.6～13.9（平均値：8.8）であった。受熱温度300℃と500℃において a^* 値が増加したのは、コンクリートの受熱が300℃～600℃の場合、コンクリート中の骨材に含まれる鉄の化合物が、水分を失うか酸化することによりコンクリート表面がピンク色に変色と言われている現象⁷⁾が、要因と考えられる。また、放水の影響については、受熱温度が500℃～750℃において、放水ありの L^* 値が放水なしと比較して大きくなる傾向が確認できた。これは受熱温度が500℃～580℃で水酸化カルシウムの熱分解が起これ、生成された酸化カルシウムに表面から加水されることで水酸化カルシウム（消石灰）が再生され、明度が増加したことが要因として考えられる。

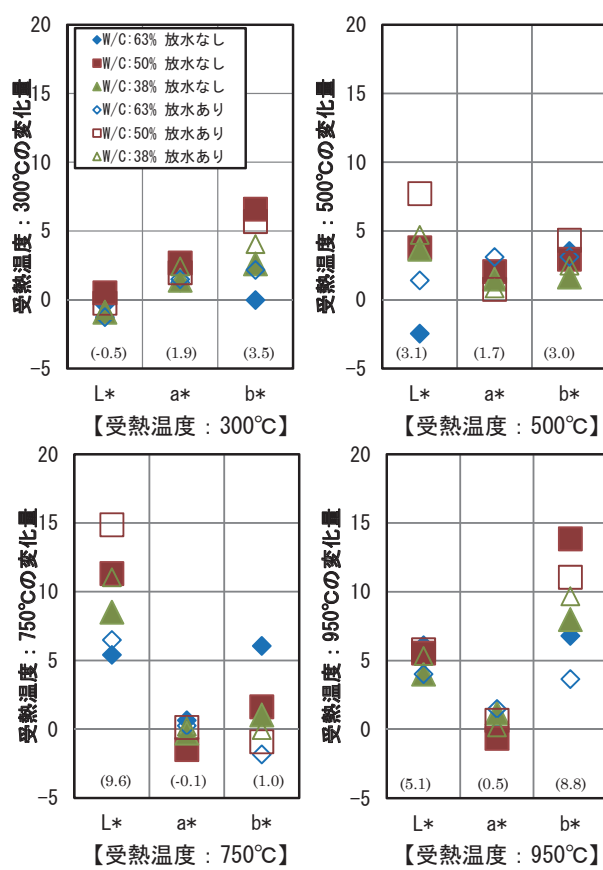
この結果より、W/C：63%および50%では、測色値から試験体加熱面の受熱温度を定量的に把握することが可能であると考えられる。なお、得られた測色値からコンクリート表面の受熱温度を推定するためには、今後さらなるデータの蓄積を行い、検討を重ねることが必要である。

4.2 反発度測定結果

受熱温度とコンクリートの反発度との関係を図-8に示す。ここでは、各水セメント比のコンクリートの反発度は、加熱後の反発度を未加熱のコンクリートの反発度で除した反発度比として示した。

反発度比は、受熱温度の上昇に伴って低下した。その傾向は水セメント比により異なり、W/C：63%では受熱温度が500℃から反発度比の低下が始まり、950℃では約0.7となった。W/C：50%では受熱温度が300℃で反発度の低下が始まり、950℃で約0.4となった。また、W/C：38%はW/C：50%と同様の傾向を示した。

この結果より、W/C：63%ではコンクリート表面の受熱温度が500℃以上、W/C：50%およびW/C：38%では



注：() 内の数値は各測色結果の平均値を示す

図-7 受熱温度と色彩の変化量との関係

受熱温度が300℃以上において、反発度比を用いて火害の影響を判断できると考えられる。ただし、W/C：63%の場合、圧縮強度残存比（図-4参照）と反発度比を受熱温度毎に比較すると、受熱温度300℃では反発度の低下に対し圧縮強度残存比の低下が大きい。このことから、コンクリートの受熱温度が500℃未満の場合においては、反発度のみで火害の影響を判断することは難しいと考えられる。

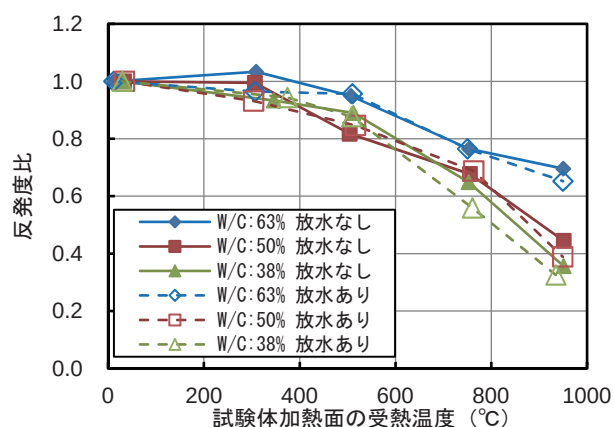


図-8 試験体加熱面の受熱温度と反発度比との関係

反発度比における放水の影響を図-9に示す。コアの圧縮強度残存比と同様に、水セメント比に関わらず、放水の影響は認められなかった。

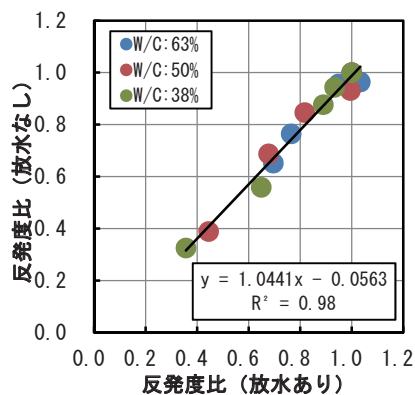


図-9 反発度比における放水の影響

4.3 引っかかり傷幅測定結果

受熱温度と引っかかり傷幅比との関係を図-10に示す。ここでは、各水セメント比のコンクリートの引っかかり傷幅は、加熱後の引っかかり傷幅を未加熱のコンクリートの引っかかり傷幅で除した引っかかり傷幅比として示した。

引っかかり傷幅比は、受熱温度の上昇に伴って増大し、その傾向は水セメント比によって異なる。W/C：63%では、受熱温度が300℃から引っかかり傷幅比が増大し、950℃では6.5となった。W/C：50%および38%では、受熱温度が500℃から増大し、950℃で5.7～6.5となった。

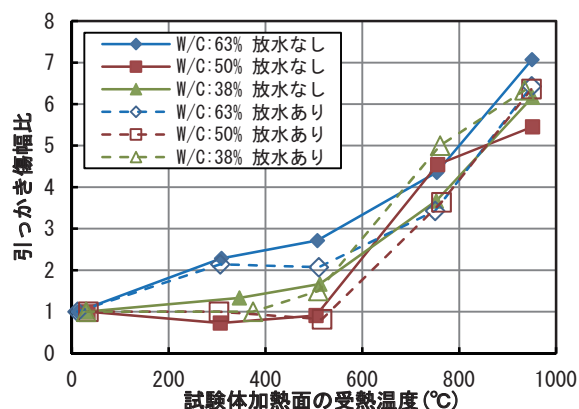


図-10 試験体加熱面の受熱温度と引っかかり傷幅比との関係

この結果より、W/C：63%では加熱面の受熱温度が300℃以上、W/C：50%およびW/C：38%では500℃以上において、引っかかり傷幅比を用いて火害の影響を判断できると考えられる。ただし、引っかかり傷幅比と圧縮強度残存比（図-4参照）をコンクリートの受熱温度毎に比較すると、W/C：50%および38%の場合、受熱温度300

℃では、引っかかり傷幅比の低下に対し、圧縮強度残存比の低下が大きい。このことから、コンクリートの受熱温度が500℃未満の場合においては、引っかかり傷幅比のみで火害の影響を判断することは難しいと考えられる。

引っかかり傷幅比における放水の影響を図-11に示す。引っかかり傷幅比が4を超える場合においては、若干のばらつきがみられたことから、放水の有無の影響については、今後さらなるデータを蓄積し、検討する必要があると考える。

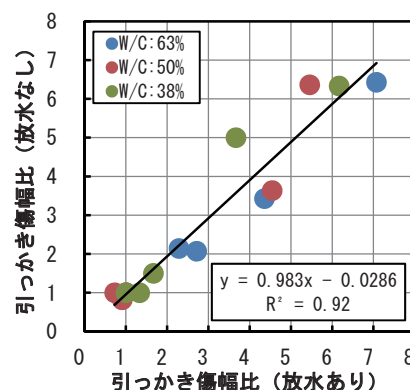


図-11 引っかかり傷幅比における放水の影響

4.4 孔内局部載荷による貫入抵抗値測定結果

加熱後における孔内深さと貫入抵抗残存比との関係を図-12に示す。ここでは、加熱後の貫入抵抗値を同じ種類と位置の未加熱の貫入抵抗値で除した貫入抵抗残存比として示した。また、反発度比および引っかかり傷幅比の結果と同様に、放水の有無による貫入抵抗値への影響はほとんどみられなかったことから、本測定の結果については、放水なしについて述べる。なお、本研究では、貫入抵抗残存比0.7を劣化の閾値をとし、各受熱温度の劣化深さとして定義した。

W/C：63%では、受熱温度300℃で深さ20mm、500℃で深さ37mm、750℃で深さ60mm、950℃で深さ67mm、またW/C：50%では、500℃で深さ13mm、750℃で深さ30mm、950℃で深さ80mm、さらにW/C：38%では、300℃で深さ10mm、500℃で深さ24mm、750℃で深さ28mm、950℃で深さ43mmまでが、貫入抵抗残存比の低下域として確認された。

この結果より、孔径42mmによって得られた貫入抵抗残存比から、火害によるコンクリートの劣化深さを定量的に把握することが可能であると考えられる。

指針における火害調査では、コンクリートの圧縮強度などを確認するために、直径75～100mm程度のコア採取を行う場合が多い。コア削孔後の採取孔を利用して、

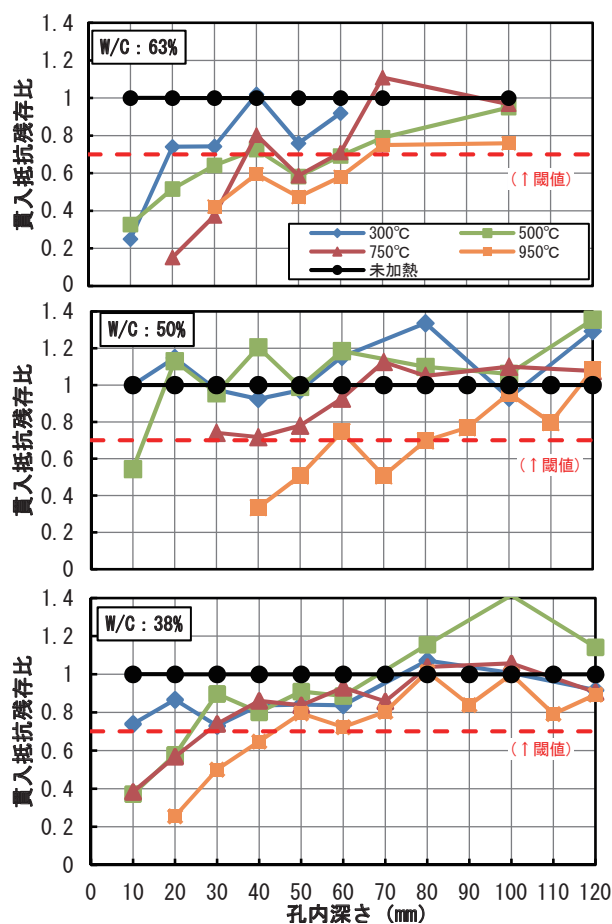


図-12 孔内深さと貫入抵抗残存比との関係
(孔径42mm)

孔内局部載荷法を適用することを想定し、本研究では孔径100mmの測定を併せて実施し、孔径の違いによる貫入抵抗残存比の傾向を確認した（図-13参照）。

この結果より、孔径100mmの場合であっても、貫入抵抗残存比の低下域の傾向は孔径42mmの場合と同様であることが認められた。

5. まとめ

火害を受けたコンクリート表面の受熱温度や劣化範囲の評価、ならびにコンクリート表面からの劣化深さを定量的に把握することを目的とし、水セメント比の異なる試験体を用いて加熱温度ならびに冷却方法の異なる実験を行った。さらに、いくつかの非破壊試験を実施し、それぞれの傾向を実験的に確認した。本研究により得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 圧縮強度残存比および静弾性係数残存比は、コンクリートの受熱温度が高くなるに伴い低下した。なお、冷却過程における放水の有無による影響はみられなかった。
- (2) コンクリート表面の色彩変化は、水セメント比

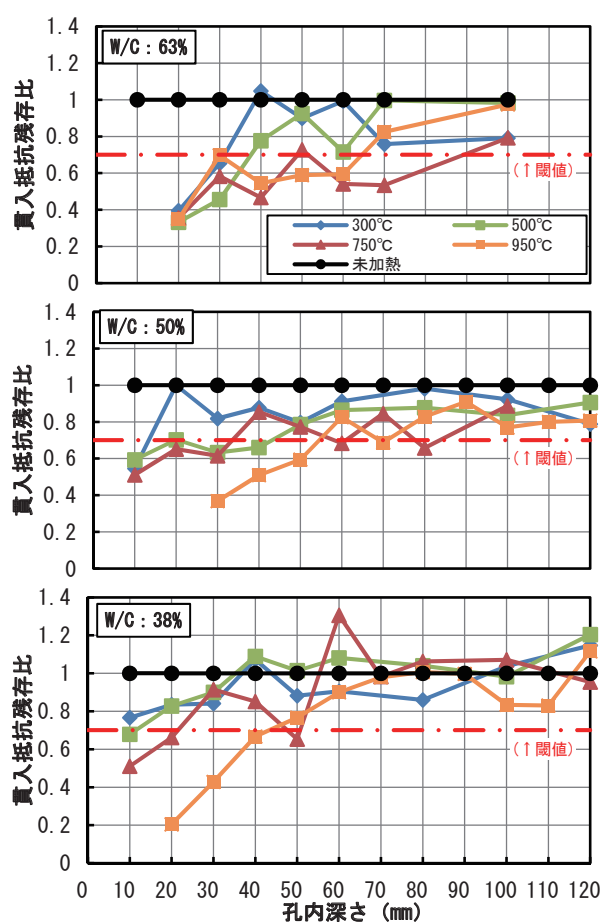


図-13 孔内深さと貫入抵抗残存比との関係
(孔径：100mm)

の違いにより異なり、W/C：63%、W/C/50%では概ね指針に示された色彩と同様の傾向を示した。また、放水の影響によって750℃、950℃のコンクリート加熱面の剥離が顕著であった。

- (3) コンクリート表面の色彩を測色することで、受熱温度を概ね推定することができる。
- (4) 反発度法によって得られた反発度比より、受熱温度が500℃以上の場合、劣化範囲を推定することが可能である。
- (5) 引っかき傷法によって得られた引っかき傷幅比より、受熱温度が500℃以上の場合、劣化範囲を推定することが可能である。
- (6) 孔内局部載荷法によって得られた貫入抵抗残存比より、コンクリートの表面から深さ方向に対して、受熱に伴う劣化深さの推定が可能である。

6. 今後の課題

火害を受けたコンクリートの劣化範囲を、本研究で採用した非破壊試験を用いて精度よく推定するためには、次の課題について検討を行う必要がある。

コンクリート表面の色彩変化は、セメントや使用材料の種類により変化が生じるため、判別には多種多様なコンクリートについてデータを収集する必要がある。また、引っかけ傷法では、引っかけ傷幅比が4を超える場合（受熱温度が500℃を超える場合）の放水によるコンクリート表面性状の変化の関係を明らかにする必要がある。さらに、孔内局部載荷法では、現行の調査項目としてコアを採取した場合の削孔を利用することを前提に、孔径75～100mmを測定する場合のアタッチメント取付けによる測定への影響や、測定値の傾向を把握することなどが挙げられる。

今後は、さらにこれら最新の工学的知見を拡張、火害による劣化を総合的に判断できる新たな診断手法の確立に向けて研究を継続する所存である。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会編「建物の火害診断および補修・補強方法 指針・同解説」2015年2月
- 2) 阪口明弘、春畑仁一、皿井剛典：火害を受けたコンクリート構造物の劣化診断手法の検討 その1 加熱実験の概要とコンクリート表面の色彩、日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）、pp.123-124、2013.8
- 3) 阪口明弘、春畑仁一、皿井剛典：火害を受けたコンクリート構造物の劣化診断手法の検討 その2 コンクリート加熱面の非破壊・微破壊試験および破壊試験結果、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、pp.237-238、2014.9
- 4) 湯浅 昇、笠井芳夫、松井 勇、篠崎幸代：引っかけ傷によるコンクリートの圧縮強度試験方法の提案、日本非破壊検査協会シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.115-122、2003.8
- 5) 皿井剛典、田中 徹、澤口啓希：孔内局部載荷試験による構造物の深さ方向のコンクリート物性評価に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.34、No.1、pp.1828-1833、2012.7
- 6) 皿井剛典、田中 徹、澤口啓希：孔内局部載荷試験によるコンクリート構造物の深さ方向の物性評価に関する研究、シンポジウム コンクリート構造物の非破壊検査論文集、Vol.4、pp.151-160、2012.8
- 7) fib, Fire design of concrete structures –structural behaviour and assessment, p104, 2008

【執筆者】



*1 春畑 仁一
(HARUHATA Masakazu)



*2 松田 司
(MATSUDA Tsukasa)



*3 阪口 明弘
(SAKAGUCHI Akihiro)



*4 水野 雄太
(MIZUNO Yuta)



*5 皿井 剛典
(SARAI Yoshinori)