# 火害を受けたコンクリートの劣化範囲の推定に関する一考察

È	首都高速道路(㈱	正会員	永井	政伸
大林・	奥村・西武 JV	正会員	高浜	達矢
(株)大林組	生産技術本部	正会員	〇久末	賢一
(株)大林組	技術研究所	正会員	川西	貴士

## 1. はじめに

火災により火害を受けたコンクリートの補修や補強 を行う場合,加熱によりコンクリートが劣化した範囲 を事前に調査する必要がある.

既往の診断法として、変色状況の目視調査、中性化 深さ測定、シュミットハンマーによる反発度の測定や 各種力学試験および材料分析による方法など多数の手 法が提案されている<sup>1)</sup>.

本稿では、火害を受けたコンクリートの劣化範囲を 推定するための簡易な方法として、小型の反発硬度測 定器を用いた方法、直接的に圧縮強度分布を測定する 方法および中性化深さの測定による方法について、実 験的に検証した結果を報告する.

#### 2. 実験概要

劣化範囲の推定は、RABT 曲線(1200℃-60分)に より加熱履歴を与えた試験体(以下,試験体と呼称) からコアを採取し実施した.試験体は厚さ500mm と し,幅900mm×高さ1300mmの範囲を加熱した.試験 体に用いたコンクリートには,高炉セメントB種を使 用し,水セメント比は35%とした.加熱時には,コン クリート内部の温度履歴を測定し,図-1に示す深さ 方向の最高温度分布を得た.なお,試験体は,ポリプ ロピレン短繊維の混入により,爆裂しなかった.

(1) 小型の反発硬度測定器を用いた方法

試験体より φ 100mm のコアを採取し, 断面を半分に 切断し, 表面の反発硬度分布を小型の測定器を用いて 測定した(写真−1).加熱面から 200mm までは 1cm 間隔で, 200mm 以深は 2cm 間隔で測定した.試験は, JSCE-G 504 に準拠して行った.打撃点数は 20 点とし, それぞれの偏差が平均値の±20%以上となる値があれ ば, その測定値を捨て, これに代わる測定値を補った.

(2)直接的に圧縮強度分布を測定する方法
試験体より φ 68mm のコアを採取し,加熱面から 10,

30, 50, 70, 100, 150, 200 および 300mm の位置から 長さ 130mm に切り出して圧縮強度試験を行った(図 -2, 写真-1). 試験は, JIS A 1107 に準拠して行った.

(3) 中性化深さの測定による方法

試験体より φ100mm のコアを乾式で採取した後, 断 面を半分に切断し, その切断面にフェノールフタレイ ン溶液を噴霧し, 赤紫色を呈していない部分を測定し た. 試験は, JIS A 1152 に準拠して実施した.



写真-1 反発硬度の測定および圧縮強度試験の状況

キーワード 火害, コア, 調査・診断, 反発硬度, 圧縮強度, 中性化 連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株) 大林組 技術研究所 生産技術研究部 TEL042-495-1012

# 3. 実験結果

反発硬度および圧縮強度の測定結果を表-1 に示す. 加熱面近傍の測定値に多少のばらつきが認められるが、 平均すると加熱面からの深さが小さくなるほど、測定 値が減少する傾向が認められた.

加熱によるコンクリートの残存圧縮強度分布を図ー 1に示す温度分布と図-3<sup>2)</sup>により推定した(以下,推 定値と呼称).反発硬度と圧縮強度の測定結果から、そ れぞれの測定値を加熱による影響が小さい 150mm 以 深の測定値の平均値で除して無次元化した値と, 推定 値との比較を図-4 に示す. 反発硬度と圧縮強度の分 布は,ほぼ一致した. 圧縮強度が大幅に低下すると想 定される 50mm より浅い部分においては、測定値が低 下する勾配が推定値の勾配より大きい結果となった.

中性化深さの測定結果を写真-2 に示す. 中性化深 さは22mm であった.水酸化カルシウムが熱分解する 温度が 500~580℃とすると<sup>1)</sup>,加熱試験から得られた 最高温度分布 (図-1) から 500~580℃に達する深さ は21~30mmであり、中性化深さと一致した.

### 4. まとめ

RABT 曲線による加熱履歴を与えた試験体からコア を採取し、反発硬度、圧縮強度および中性化深さを測 定した結果,以下の知見が得られた.

(1) 反発硬度と圧縮強度において、各測定値を健全 部に対する割合で整理すると、両者の測定値は概ね-致した.

(2) 圧縮強度が大幅に低下する深さ 50mm より浅い 部分については,反発硬度および圧縮強度の両者とも, 測定値の低下する勾配が推定値より小さくなった.

(3) 中性化深さと最高温度分布より水酸化カルシウ ムが熱分解されたと推定される深さは一致した.

本実験で得られた結果から、提案した手法の有用性 を確認した. 今後, 火災により火害を受けたコンクリ ートの劣化した範囲を推定する方法の一つとして,活 用できれば幸いである.

#### 参考文献

1) 土木学会: コンクリート構造物の耐火技術研究小委 員会報告ならびにシンポジウム論文集、コンクリート 技術シリーズ 63、2004.10

2)首都高速道路株式会社:トンネル構造物設計要領「シ ールドトンネル耐火設計編], pp.11-12, 2007.7

### 表-1 反発硬度および圧縮強度の測定結果

加熱面か らの深さ (mm)	反発硬度 <sup>※1</sup>				圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均
10	586 (51.3)	466 (36.3)	461 (30.8)	504	37.4	44.5	33.9	38.6
30	709 (60.7)	579 (72.4)	608 (80.6)	632	58.3	49.7	50.2	52.7
50	785 (43.0)	733 (56.9)	717 (39.4)	745	67.6	54.1	51.2	57.6
70	793 (46.4)	776 (47.9)	755 (66.9)	775	64.1	65.6	60.2	63.3
100	801 (44.1)	782 (37.4)	780 (52.8)	788	72.5	67.0	63.9	67.8
150	831 (26.7)	833 (30.4)	819 (41.3)	828	68.7	69.3	76.1	71.4
200	833 (52.1)	831 (28.7)	821 (36.2)	828	76.5	68.8	68.3	71.2
300	832 (36.9)	839 (31.2)	813 (38.6)	828	77.1	66.3	72.0	71.8



()内は、打撃点数20点の標準偏差を示す

反発硬度のデータは、部分的に抜粋して表示。



コンクリートの残存圧縮強度分布<sup>2)</sup> 図-3



図-4 反発硬度および圧縮強度の推定値との比較



写真-2 中性化深さの測定状況