L-37

弾性表面波の伝搬速度を利用したコンクリートの火害深度推定

Estimating depth of fire damage in concrete using of surface acoustic wave propagation velocity

○池谷友秀 [1]，大隅歩 [2]，伊藤洋一 [3]

Tomohide Iketani[1], Ayumu Osumi[2], Youichi Ito[3]

Abstract : In this study, we experimentally and analytically verified the depth diagnosis of fire damage in mortar samples using multi frequency surface acoustic waves excited by a high-intensity aerial ultrasonic irradiation. As a result, it was clarified that the depth of the fire damaged area in the mortar can be diagnosed by proposed method.

1. はじめに

強力空中超音波照射によって励起させた弾性表面波の伝搬特性を利用して，コンクリート内部の火害診断を行う方法について検討を行っている[1]．本報告では，モルタル内部の火害深度推定について，弾性表面波を用いた実験と有限要素法解析による数値シミュレーションを行ったので報告する．

2. 計測原理

比較的低周波の弾性表面波においては，モルタルは等方性媒質とみなすことができ，その伝搬速度 C_R は式(1)で与えられる．

$$C_R = \frac{0.87+1.12\nu}{1+\nu}\sqrt{\frac{E}{\rho}\cdot\frac{1}{2(1+\nu)}} \qquad (1)$$

ここで，E：ヤング率，ρ：密度，ν：ポアソン比である．一般的に，化学組成が不可逆変化となる 500 ℃を越える高温に曝されたコンクリートは，ヤング率が約 70 %，密度が約 10 %減少し，ポアソン比は約 0.1 程度になる[2]．このときの弾性表面波の伝搬速度は，式(1)より健全時に比べて約 40 %低下することになる．本報告ではこの状態を「火害の状態」と定義する．また，弾性表面波は Fig. 1 に示すようにモルタルの表層から約一波長の深さの範囲を伝搬するため，高周波音波ほど表層付近を伝搬する．したがって，高周波音波の場合は火害の影響をより強く受けることになるため，伝搬速度はより低下することになる．本研究では強力空中超音波の非線形性を利用することで，一度の音波照射によりコンクリート表層に複数の高周波弾性表面波を同時に励起させ，その伝搬速度特性により火害領域の深さを診断する方法について検討を行っている．

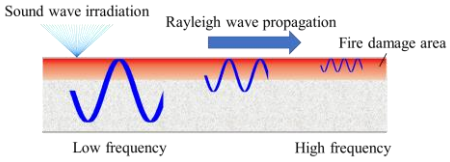

Figure 1. Principle.

Table 1. Relationship between frequency and velocity of surface acoustic waves.

Frequency [kHz]	Normal model [m/s]		Fire damage model [m/s]	
	Experiment	Analysis	Experiment	Analysis
40	1940	1940	1200	1200
50	1950	1940	1150	1150
60	1920	1920	1020	1100
70	1890	1900	980	980
80	1840	1900	940	960
90	1980	1920	900	950
100	1900	1900	900	900
110	1870	1900	880	880
120	1920	1920	840	840

3. 結果

Table. 1 に，実験と解析により得られた健全試料と火害試料の 40 kHz から 120 kHz の各周波数における伝搬速度を示す．結果より，先に定義した火害の状態の音速(約 1150 m/s)に達するのは，周波数約 50 kHz の場合である．そこで、このときの弾性表面波の伝搬速度と周波数より求めた 1 波長の長さに相当する，表層から約 23 mm までを火害の領域と推定できる．

4. まとめ

本報告では，モルタル内部の火害深度推定について検証した．その結果，弾性表面波の伝搬速度特性を知ることにより，モルタル内部の火害領域の深度を診断できる可能性を明らかにした．

参考文献

[1] 池谷友秀 大隅歩 伊藤洋一 :「有限要素法解析を利用した 弾性表面波によるコンクリートの火害深度診断」日本火災学会研究発表会概要集，pp.226-227, 2021.

[2] 鈴木将充 Michael HENRY 加藤佳孝 勝木太:「高温加熱を受けたモルタルの物理化学的性状に及ぼす再養生条件の影響」, セメント・コンクリート論文集, No.63, pp148-154，2009.

１：日大理工・院(前)・電気　２：日大理工・教員・電気　３：日大名誉教授