

打音法による ASR 変状の検知に関する検討

金沢工業大学大学院 学生会員 ○本多 淳人
金沢工業大学 正会員 木村 定雄

1. はじめに

非破壊検査法の一つである打音法は、トンネルの叩き検査の精度向上や省力化を目的に開発が行われてきた。また、既往の研究により打撃波と受信波の振幅値比を用いた部材厚を推定する手法が規格化されており¹⁾、剥離や内部ひび割れへの適用が可能であることがわかっている²⁾。しかし、そのほかの劣化現象において適用はできていない。

そこで、コンクリートの劣化現象の一つであるアルカリ骨材反応（以下、ASR）に着目する。ASRの影響を受けたコンクリートでは力学特性のうち、圧縮強度の低下に比べ弾性係数の低下がより鋭敏に現れるとされている研究結果がある³⁾。この変状の検知を、打音法により可能となれば、コンクリート調査における省力化が期待できると考える。

本稿は供用 50 年を経過した地下歩道の壁面から、ASR の損傷を打音法によって把握することを目的とし、打撃波と受信波の最大振幅値の比である振幅値比により ASR 変状の把握を目的としている。

2. 調査の概要

本研究の対象とする地下歩道では、民間の企業によるコンクリート調査が実施されていた。本研究は、その調査結果の一つである圧縮強度試験・静弾性係数試験の結果を参考に調査位置を選定した。参考とした調査結果を表 1 に示す。その結果、健全と判断された箇所（以下、健全部）および ASR の変状が確認された箇所（以下、ASR 部）の 2 箇所を調査位置とした。また、本研究の調査範囲と測定間隔を図 1 に示す。

3. ノイズ成分の除去

本研究では、分析の前処理として受信波からノイズ成分を除去した。ノイズ成分の一例を図 2 に示す。その結果、健全部では 0~549Hz 以下を、ASR 部では 0~441Hz 以下をノイズとして IFFT を用いて除去した。

表 1 参考にした調査結果

調査箇所	圧縮強度 σ_c (N/mm ²)	静弾性係数 E_c (kN/mm ²)
健全部	43.4	29.5
ASR 部	23.0	4.47

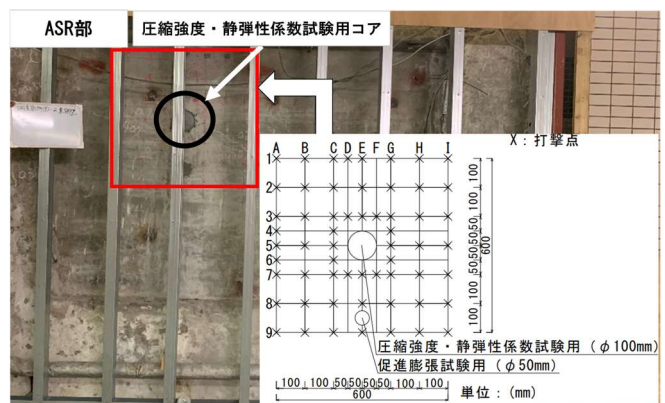
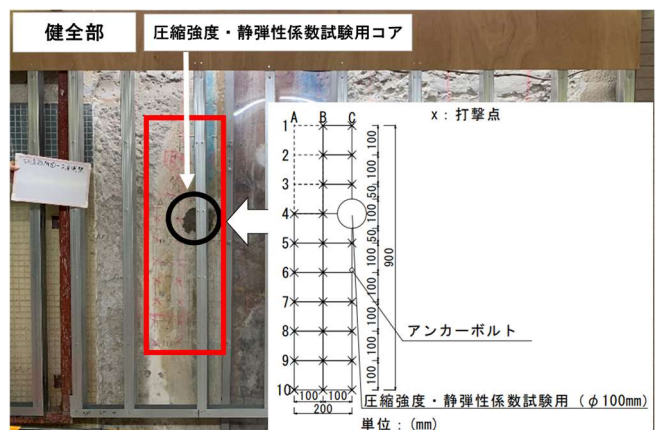


図 1 調査範囲と測定間隔

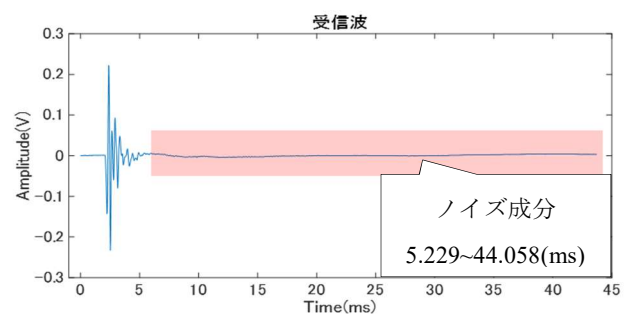


図 2 ノイズ成分の一例

4. 結果およびその考察

本研究で用いた振幅値比の理論式⁴⁾を式(1)に示す。

$$\frac{P_{\max}}{F_{\max}} = \frac{\rho_a \cdot C_a \cdot k}{2.31 \cdot \rho^{\frac{1}{2}} \cdot E^{\frac{1}{2}} \cdot h^2} \quad (1)$$

ここに、

P_{\max}/F_{\max} : 振幅値比

ρ : 密度(kg/m³)

E : 弾性係数(N/m²)

h : 部材厚(m)

ρ_a : 空気の比重

C_a : 空気の音速(m/s²)

F_{\max} : 加力振幅最大値

P_{\max} : 打音振幅最大値

k : 機器固有の係数

P_{\max} および F_{\max} の比から算出した振幅値比の結果を図3に示す。

図3の結果を用いて、本研究では健全部およびASR部における分散および平均値を算出した。その結果、健全部に対してASR部は約3.96倍のばらつきをもつことが分かった。これは変数となりうる h が原因であると考えられるため、式(1)を用いて各調査箇所にて95%信頼区間に入る h を算出した。本研究では、これを理論に換算した h と定義し、その結果を図4に示す。その結果、健全部およびASR部では検出できる h の違いがあることから、ばらつきの原因が検出できる h および弾性係数の違いであることが分かった。また、平均値については健全部に比べASR部が約2.45倍大きい振幅値比をもつことが分かった。よって、振幅値比によりASRの変状を分散および平均値による評価で把握できる可能性を示せた。

5. まとめ

振幅値比による分析の結果、分散による評価では健全部に比べASR部が3.96倍大きいばらつきをもつことが分かり、平均値による評価では健全部に比べASR部が2.45倍大きい振幅値比を示すことが分かった。よって振幅値比によりASRの変状を把握できる可能性を示すことができた。

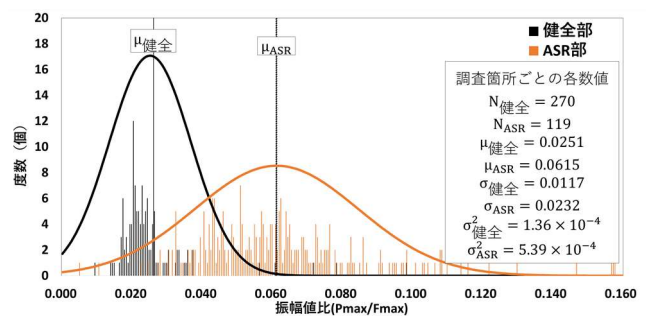


図3 調査箇所ごとの振幅値比の分布と各数値

表2 計算に使用した各数値

調査箇所	ρ (kg/m ³)	E (kg/m ³ ・s ²)	ρ_a	C_a (m/s)	K
健全部	2362	29.5×10^9	1.293	340	1.00
ASR部	2339	4.47×10^9	1.293	340	1.00

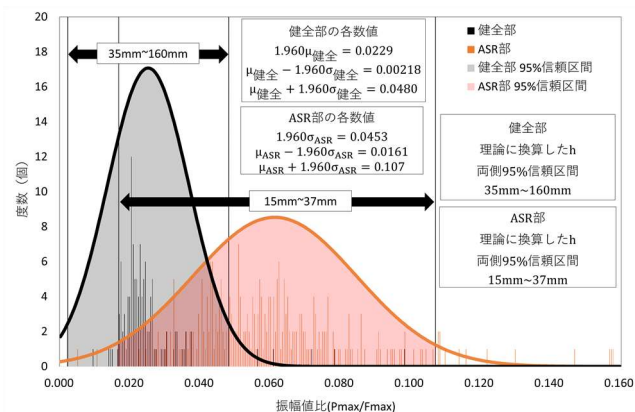


図4 理論に換算した部材厚の算出結果

参考文献

- 1) 日本非破壊検査協会 標準化委員会：コンクリート構造物の弾性波による試験-第3部:打音法, NDIS2426-3, 日本非破壊検査協会, pp17-19, 2009
- 2) 伴享, 歌川紀之, 篠川俊夫, 中村英孝, 伊東良浩：打音法によるコンクリート構造物の非破壊検査手法の開発, 佐藤工業技術研究所報, No.27, pp43-52
- 3) 小林一輔, 白木亮司, 森弥広：ASRを生じたコンクリートの圧縮強度性状に関する2,3の考察, 土木学会論文集, No.426/V-14, pp91-100, 1991.2
- 4) L.Cremaer, M.Heckl, E.Unger：Structure-Bone Sound, Springer-Verlag, p264, 1973