

打音法による損傷検知の精度向上のためのインパクト強度の信頼性に関する検討

金沢工業大学 学生員 杉山 弘晃
佐藤工業(株) 正会員 北川 真也
中日本高速道路(株) 正会員 森山 守
金沢工業大学 正会員 木村 定雄

1. はじめに

打音法は、コンクリート構造内部の浮きやはく離を検知する非破壊検査法である¹⁾。例えば、図1は橋梁のアスファルト舗装部と床版部に生じる損傷の例を示したものである。これまでに、筆者らは損傷の種類やその程度を打音法によって検知することを検討してきている。その結果、アスファルト上部からの打撃による検知では、アスファルトとコンクリート床版の合成構造の場合、その振動特性がコンクリート構造のみの場合と異なることなどを明らかにした²⁾。その一方で、検査者の慣れやアスファルト表面の凹凸による打撃力(インパクト強度)のバラツキが検知精度に影響を及ぼす可能性があると考えられた。そこで、損傷検知の分析に採用すべきインパクト強度の信頼性を室内実験により検討した。本報告は打音法における①打撃数、②アスファルト温度および③打撃位置付近の部材の境界条件がインパクト強度に及ぼす影響を検討し、損傷分析に採用すべきインパクト強度について考察したものである。

2. 実験の概要

実験に用いた供試体の概要を写真1に示す。アスファルトおよび床版コンクリートの厚さは、各々75mmおよび200mmであり、写真中の白点は測点(打撃点)である。また、表1は実験で検討したインパクト強度に影響を及ぼす影響要因と実験ケースを示したものである。表中の供

試体種類の“一体”はアスファルトとコンクリートとを一体化させたものであり、“分離”は写真1中の中央部にお

いてアスファルトとコンクリートとの間に薄シートを挿入して分離させたものである。なお、表2は打音装置の機器構成と仕様を示したものである。

3. 実験結果およびその考察

図2.1および図2.2は打撃数の影響を分析した結果である。“一体”または“分離”の供試体の種類にかかわらず、打撃数を1000回とすることによって、インパクト強度の母集団が中心極限定理

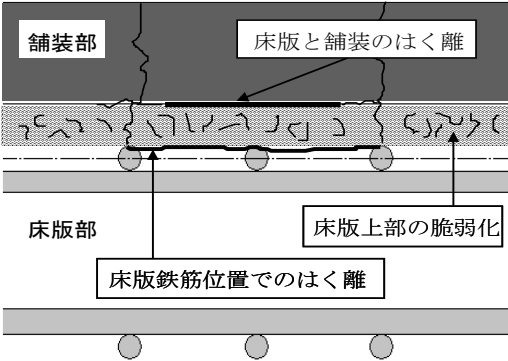


図1 床版の損傷の例

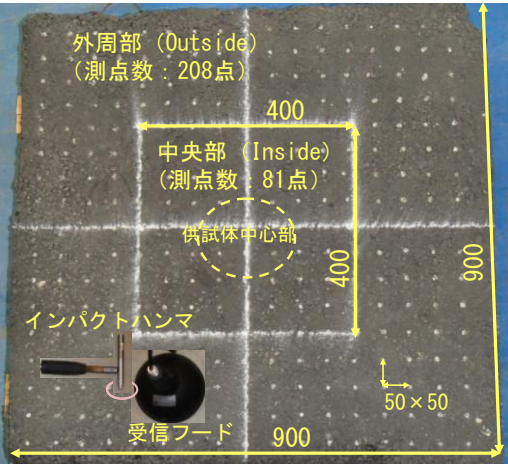


写真1 供試体の概要と測定箇所

表1 検討内容と室内実験ケース

影響要因	供試体種類	打撃数 (回) (1測点あたり)	雰囲気温度 (℃) (アスファルト中心温度)	測定箇所
打撃数の影響	一体	10	20 (19.8~20.1)	供試体中心部付近
		100		
		1000		
	分離	10		
		100		
		1000		
温度の影響	一体	10	-5 (-4.1~-4.2)	供試体中央部 (Inside) (400×400mm)
			20 (19.8~20.1)	
			40 (39.1~39.2)	
			50 (48.3~48.4)	
			60 (57.9~58.0)	
打撃位置 境界条件の影響	一体	10	20 (19.8~20.1)	供試体中央部 (Inside) (400×400mm)
	分離	10	20 (19.8~20.1)	外周部 (Outside) (400×400mm以外)

表2 打音装置の機器構成と仕様

システム構成	機器	機器仕様	
打撃	インパクトハンマー	周波数範囲	8kHz
		感度	1.259mV/N
打撃音測定	1/2インチブリックアップ 一体型マイクロフォン	周波数範囲	20Hz~10kHz
		音圧感度	-31.7dBV/Pa (26mV/Pa)
収録	モバイルパソコン	ウルトラモバイルPC CF-U1	
	AD変換装置	インプットレンジ	-5V~5V
		サンプリング周波数	48kHz

キーワード：打音法、非破壊試験、RC床版、メンテナンス

924-0838 石川県白山市八束穂 3-1(金沢工業大学 地域防災環境科学研究所) TEL：076-274-7704 FAX：076-274-7102

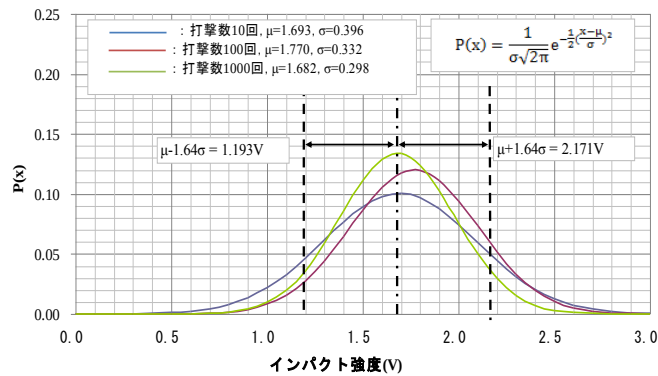


図 2-1 打撃数の影響(一体・中心部打撃)

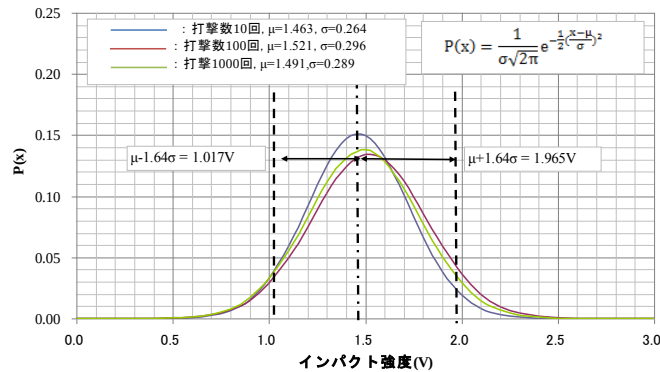


図 2-2 打撃数の影響(分離・中心部打撃)

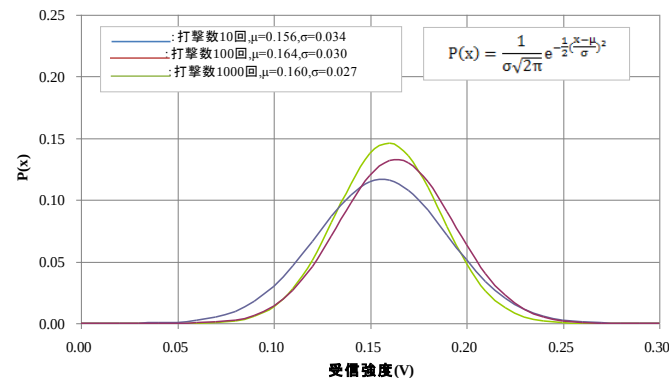


図 3 受信強度(一体・中心部打撃)

に従い、同一付近の測点における打撃数 10 回の結果は概ね母集団内に属している。ここで、正規分布に従うインパクト強度の分布から損傷検知に採用すべきインパクト強度を定めるにあたり、インパクト強度の上限および下限の信頼性区間として 5%棄却領域を考慮すると、最小値で約 1V および最大値で約 2V となる。この電圧は表 2 に示す感度で打撃力に換算すると約 0.8kN および 1.6kN となる。また、図 3 は“一体”の受信強度を示したものである。受信強度についても正規分布に従うことがわかる。

図 4 はアスファルト温度が異なるときのインパクト強度を示したものである。アスファルト温度が -5℃ と低い場合や 60℃ と高い場合にはインパクト強度が顕著に変化している。これは温度変化に伴ってアスファルトの弾性係数が変化することに起因しているものと考え

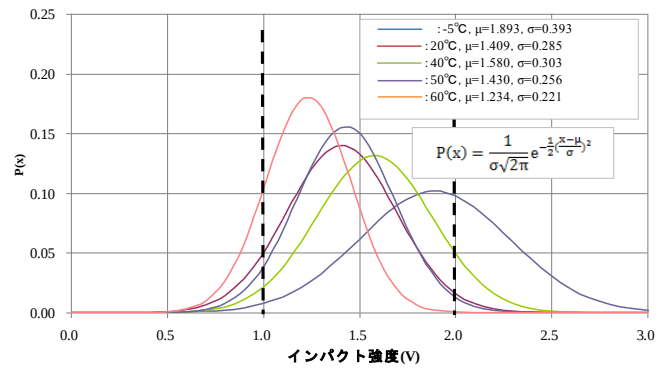


図 4 温度の影響(一体・中央部 81 点, 810 打撃数)

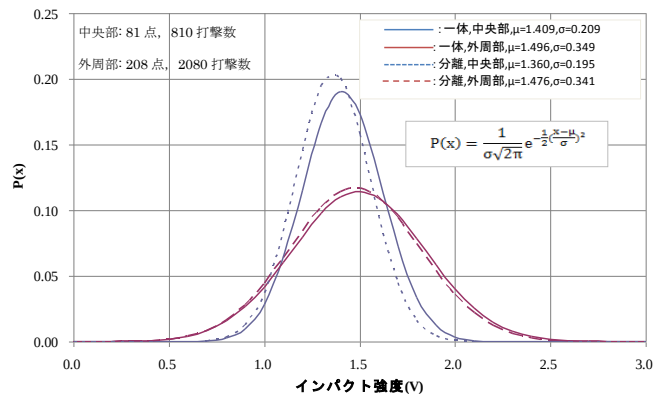


図 5 打撃位置・境界条件の影響(一体・分離)

られる。すなわち、温度が上昇、または低下すると、アスファルトの弾性係数が小さく、または大きくなるためであると考えられる。

図 5 に“一体”と“分離”の中央部と外周部のインパクト強度を示す。“一体”および“分離”供試体ともに、中央部のインパクト強度は安定して 1V から 2V の範囲となり、偏差(σ)は約 0.2 となっている。一方、外周部ではインパクト強度の平均値(μ)は 1V から 2V の間に位置するものの、偏差は約 0.35 と大きくなっている。これは、供試体の縁などの境界条件によって、振動特性が異なるためと考えられる。

4. おわりに

前述した検討結果から、アスファルト上面からの打音検査では、インパクト強度の信頼性範囲を 0.8kN から 1.6kN とすること、また、アスファルト温度が変化すると、その弾性係数の変化によってインパクト強度に影響を及ぼすことがわかった。今後は、アスファルトの弾性係数の変化の影響、および受信強度の信頼性をより詳細に検討する予定である。

参考文献

- 1) NDIS 2426-3: コンクリート構造物の弾性波による試験方法(第 3 部打音法), 2009
- 2) 例えば, 倉橋, 北川, 森山, 木村: 橋梁 RC 床版の損傷検知に関する打音法のキャリブレーションの影響, 土木学会第 67 回年次学術講演会概要集, V-035, 2012.9.