大同工業大学大学院 学生員 河原田豊, 学生員 滝沢宣人 大同工業大学 都市環境デザイン学科 正員 近藤八重 ,正員 水澤富作

1.はじめに 物体の衝突を受ける板の衝突音に関する研究 1)や RC スラブな どの非破壊検査への打撃音の適用に関する研究 ²⁾などが報告されている.しかし ながら、固体音である衝撃音の発生機構やその音響特性については、十分に解明 されていないように思われる.著者ら³⁾は,板の衝突音のスペクトル解析から求 めた周波数が板の振動数とよく一致することを実験的に明らかにしている.

本研究では, 騒音計, FFT アナライザと音響インテンシティメータを用いて球 体の衝突を受ける平板から発生する衝撃音や残留音に着目し, 音の発生メカニズ ム,周波数特性や音響特性について検討する.

2.実験方法 実験装置および測定方法の概略図を図1に示す. 平板は,鋼とアクリルの2種³⁾を用い,形状は20×20cmの正 方形板とする.平板は,2隅をワイヤーで吊り下げた周辺自由 板とする.また.長さ29.5cmの糸に結ばれた衝突体は直径5mm, 重さ 0.5123g の鋼球とし,任意の角度から振り子落下させてい る.測定は,15×10×2.5mの静寂な室内で行い,鋼球の衝突 におけるリバウンドは無視している.精密騒音計(リオン製 NL-31)は F 特性, FFT 分析器(リオン製 SA-79)の分解能は 20kHz, 0.04s と設定している. また, 1/2 インチのペアマイク ロホンを有するプローブ(リオン製 UC-53I)を用い,音響インテ ンシティメータ(リオン製 SI-50)は , 1/3 オクターブ分析で瞬時 での音響インテンシティレベル SIL(dB)を計測している.

3.実験結果および考察

3.1 衝突音の発生機構と周波数特性 図2は,鋼球の衝 突を受ける鋼板(20×20×0.22cm)の中央点で近距離計測した 音圧波形を示す.これより,衝突音の発生機構は,衝突に伴う パルス音が発生し、それに続く波動伝播を経て、残留音(パル ス音に続く自然減衰音)からなる.ただし, Pi はパルス音のピ ーク値を, Pmax は残留音の最大値である.

図3はパルス音 Pi に与える鋼球の大きさの影響について示 している.これより,鋼板,アクリル板ともに鋼球の大きさが 小さい時は、測定面に関わらずほぼ一定の値を示すが、鋼球が



大きくなるに伴い,その影響が顕著に現れる.また,図4は,パルス音の Pi と残留音の Pmax に与える鋼 球の衝突初速度 Voの影響を示している.これより,これらの音圧値は,ほぼ Voに比例している.

Pmax (Pa)

図 5-a , b には , それぞれ鋼板 (板厚 2.2mm) とアクリル板(板厚 3mm)から発生するの衝突音の周波数ス

キーワード 衝突音,衝突音の発生機構,パルス音,周波数スペクトル,音響インテンシティ 〒457-8532 名古屋市南区白水町40 大同工業大学都市環境デザイン学科 TEL052-612-5571

ペクトルが示してある これより 綱板の周波数スペクトルは, 広い周波数帯域にわたり,卓越した周波数がほぼ等しい大きさ のレベルで,比較的一定間隔で発生している.一方,アクリル 板の周波数スペクトルは,比較的高周波数域での音圧レベルが 減少しており 綱板とかなり異なった周波数構造を示している. また,卓越周波数のピーク値を結んだエンベロープは,鋼板で は周波数の変動に対してほぼ直線であるが,アクリル板では周 波数に対して右下がりの勾配になる.したがって,材質による 異なった周波数構造や減衰性状は,衝突音の音質の相違に影響

3.2 衝突音の音響インテンシティ

を与えると考えられる.

図6には,衝突音の瞬時音響インテンシティレベル SIL(dB) に与えるマイクロホンの距離の影響を卓越周波数(400Hz と 800Hz)別に示している.ここで,用いた周波数は,FFT 分析

器より得られた卓越周波数に対応した値である .これより, 板とマイクロホンの距離が 2cm 以内であれば,距離に関わ らず SIL は,ほぼ一定な値になるので,平面波の性質を示 すことがわかる.一方,距離が 2cm から 20cm までは,周 波数の値にかかわらず,SIL は,距離の増大とともに直線 的に減少し,ほぼ 6 dB 減衰を示す.これより,SIL が, 距離の 2 乗に逆比例しているので球面波の性状を示してい ると考えられる.

また,鋼球の衝突を受ける鋼板から発生する衝突音の 瞬時音響インテンシティレベル分布を測るために,鋼板 (40×40×0.43cm)を8×8領域に分割し,各要素の中央 で音響インテンシティレベル(SIL)を計測した.ここでマ イクロホンと板との間隔を5mmとした.図7は,周波 数が400Hzに対応する瞬時音響インテンシティレベル の分布図を示している.ここで,400Hzの板の振動モー ドは,(3,3)で与えられる.これより,衝突音の音響イン テンシティレベルの分布は,周辺自由な板の振動モード



図 7 400Hzの瞬時音響インテンシティレベル分布図

形状と一致した分布性状を示している.また,音響インテンシティ分布が求められれば,平板の音響出力や 音響放射率を求めることが可能である.

4. **まとめ** 得られた結果をまとめると,以下の通りである. 1)衝突音の発生メカニズムはパルス音と それに続く残留音からなり,またパルス音のピーク値は鋼球の V₀に比例する. 2)衝突音から求められる 周波数構造や減衰性状は,材質の推定に利用できる.3)衝突音の SIL の分布は,板の振動モード形状と一 致した分布を示す.なお,本研究は,科研費(基盤研究 C)と本学研究援助金を受けている.

参考文献 1)時田保夫監修:音の環境と制御技術 第 巻基礎技術,フジ・テクノシステム,2000.

2) 魚本健人他:打音法によるコンクリートの非破壊検査,コンクリート工学論文集,Vo.7,143-152,1996.
3) 滝沢宣人他:平板から発生する衝撃音に関する基礎的研究,平成13年土木学会中部支部研究発表概要集, I-18,35-36,2002.