

衝撃応答に基づくダクタイル鋳鉄管の外面腐食の非破壊評価方法に関する基礎研究

大阪大学大学院 学生会員 ○喻 晨 正会員 鎌田 敏郎 正会員 服部 晋一

1. はじめに

本研究では、ダクタイル鋳鉄管(DCIP)の外面腐食評価に関する既往の研究¹⁾を踏まえ、管外面における減肉レベルの評価手法について、解析および実験により、さらなる検討を加えた。評価指標として、管内において鋼球を管壁に衝突させた際の鋼球の応答波形から求まる「見かけの反発係数」の有効性について解析により検討した。また、見かけの反発係数を計測する方法として、ファイバエアセンサを活用する手法に関して実験的検討を行った。

2. 解析概要

本研究では、健全管モデルおよび腐食による減肉管モデル中央部の内面に鋼球を衝突させるシミュレーションを行った。鋼球直径は10mmとした。鋼球の衝突速度は5m/s、25m/s および 40m/s である。用いた解析モデルの一例を図—1 に示す。DCIP および鋼球モデルの物性値は、既往の研究¹⁾を参考に、表—1 のように設定した。DCIP モデルの寸法は表—2 に示す値とした。拘束条件は、管の両端における全節点に対して、全方向の変位を固定することとした。

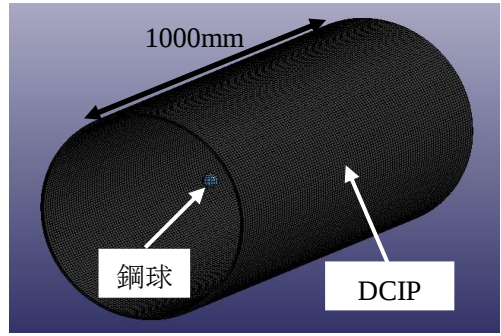
3. 評価指標

図—2 に鋼球側で出力した速度時刻歴の一例を示す。本研究では、評価指標である「見かけの反発係数」を次式で定義した。

$$\text{見かけの反発係数} = \frac{\text{衝突直後の速度 } v_1}{\text{衝突直前の速度 } v_0} \quad (1)$$

4. 解析結果

反発係数の結果を図—3 示す。図に示すように、反発係数の値は、管厚の減少に伴い、小さくなる傾向が確認できた。これは、管厚が減少したことに伴う剛性の低下を反映したものと考えられる。また、鋼球の衝突速度を変更させても、反発係数の値はほぼ一定になっている。この結果から、本研究におい



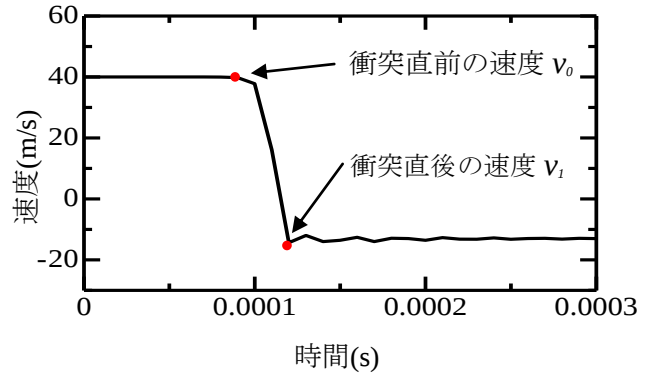
図—1 解析モデル

表—1 DCIP および鋼球の物性値

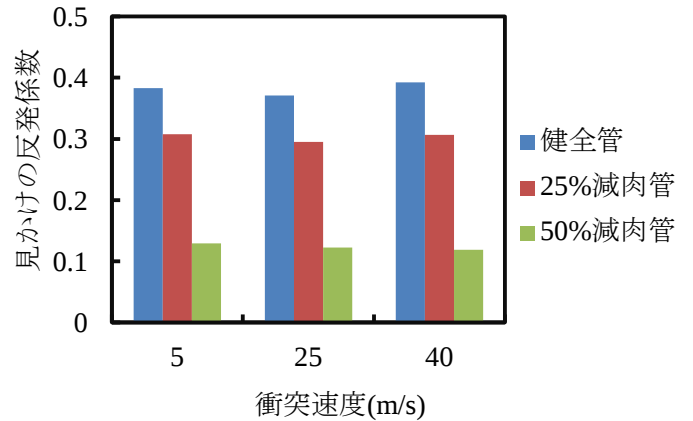
	弾性係数	ポアソン比	密度
鋼球	200GPa	0.3	7.9g/cm ³
DCIP	150GPa	0.28	7.15g/cm ³

表—2 DCIP モデルの詳細

管径	ケース	管厚	管長
400mm	50%減肉管	3mm	1000mm
	25%減肉管	4.5mm	
	健全管	6mm	



図—2 速度時刻歴の一例



図—3 見かけの反発係数の解析結果

キーワード DCIP, 減肉, 非破壊試験, 衝撃応答

連絡先 〒565—0871 大阪府吹田市山田丘2—1 大阪大学大学院 工学研究科 地球総合工学専攻 TEL 06-6879-7618

て検討した範囲では、鋼球の衝突速度が見かけの反発係数に与える影響は小さいことがわかった。

5. 見かけの反発係数の計測

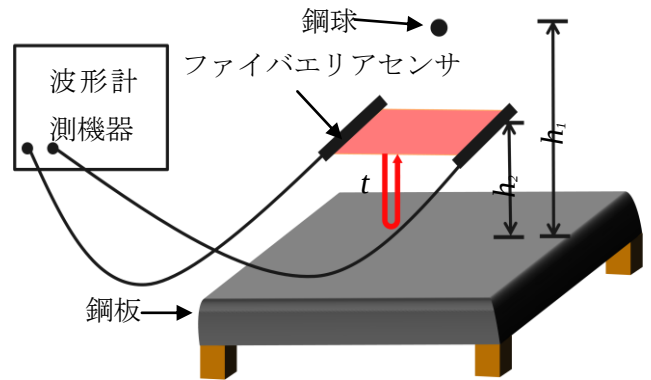
本研究においては、長さおよび幅を 200mm とし、板厚を 10mm, 9mm, 8mm, 7mm および 6mm と変化させた鋼板を供試体として用いた。なお、鋼板の材質は SS400 である。計測の概要を図—4 に示す。本研究では、ファイバエアセンサを利用し、自由落下により鋼球を供試体と衝突させた場合の見かけの反発係数の計測を行った。具体的には、ファイバエアセンサを鋼板と鋼球落下高さ h_1 の間に設置することにより、波形記録機器により鋼球落下時と跳ね返り上昇時にセンサを横切る時間差 t を波形収集装置により記録した。その後、時間差 t 、鋼球落下高さ h_1 およびセンサ設置高さ h_2 から、見かけの反発係数を算出した。

6. 計測の結果

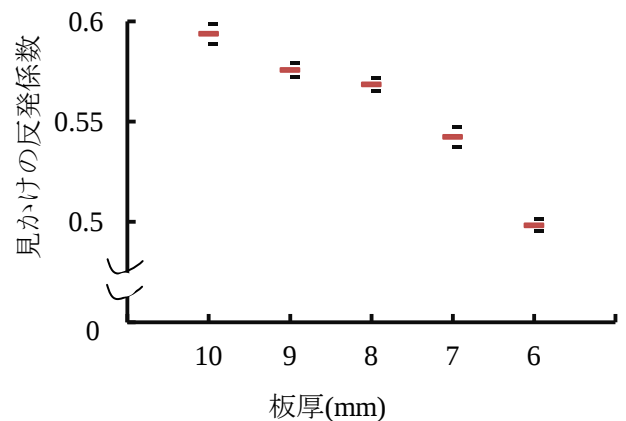
鋼球の落下高さを 65cm とし、ファイバエアセンサ高さを 15cm とした時に、20 回衝突させた場合に得られた見かけの反発係数の結果およびばらつきの範囲を図—5 に示す。図に示すように、板厚が小さいほど、見かけの反発係数の値は小さくなる傾向が確認できた。また、図—6 に、鋼球落下高さを 80cm とした場合の結果を前述の結果とあわせて示す。これによれば、落下高さ、すなわち鋼球の衝突速度の違いが見かけの反発係数に与える影響は小さいことがわかる。これは解析により検討した結果とも概ね一致している。これらより、評価指標としての見かけの反発係数の計測は、十分実現可能であることを明らかにした。

7. まとめ

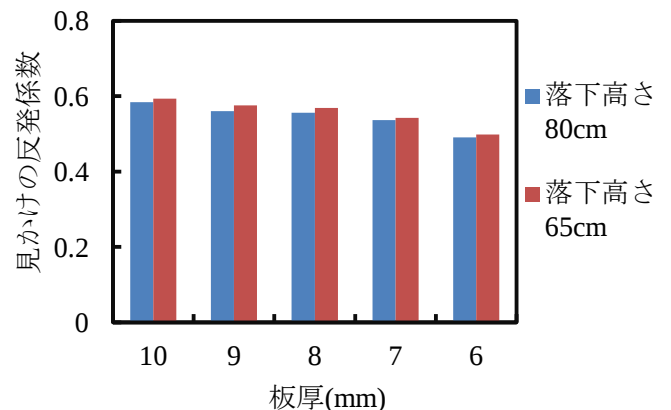
本研究では、3 次元衝撃応答解析により、管の減肉レベルの評価指標として、見かけの反発係数が有効である可能性を見出した。また、ファイバエアセンサによる方法を用いることで、見かけの反発係数の計測が実現可能であることを明らかにした。



図—4 自由落下による計測の一式



図—5 見かけの反発係数の計測結果



図—6 衝突速度による影響

8. 謝辞

本研究は、(財) 水道技術研究センターによる Pipe Stars プロジェクトにおける基礎研究の成果であることを付記する。

参考文献：喻晨ら：衝撃応答に基づく中口径ダクトイル鋳鉄管の外腐食の簡易非破壊評価方法に関する研究，土木学会第 68 回年次学術講演会，VI-076，2013.9