電磁パルス法に基づく接着系あと施工アンカー固着部の非破壊評価手法に関する解析的検討

大阪大学大学院工学研究科	学生会員	○劉
大阪大学大学院工学研究科	正 会 員	鎌田

軒	立命館大学理工学部	正 会 員	内田	慎哉
敏郎	西日本高速道路 (株)	正 会 員	宮田	弘和
	立命館大学理工学部	学生会員	木村	貴圭

# 1. はじめに

本研究では、コンクリート中に埋め込まれた接着系 あと施工アンカーボルトの固着部の健全度を非破壊で 評価する手法として、動磁場によりボルトを非接触で 振動させることが可能な電磁パルス法を適用した.こ こでは、アンカーボルトとコンクリートとの界面にお ける接着剤の充填状況に着目し、衝撃応答解析を用い て、モデルでの弾性波挙動を把握することにより、実 際の計測を想定した場合の弾性波の入出力の方法およ び評価に適した弾性波の指標を見出すことを目的とし た.

### 2. 解析概要

図-1 に解析モデルを示す. 縦 500mm×横 500mm ×高さ 200mm のコンクリートに, 直径 16mm, 長さ 230mm のアンカーボルトを模擬した鋼棒をコンクリ ート表面から130mmの深さとなるまで埋め込んだ. コ ンクリートとアンカーボルトの間には, 接着剤の有無 を模擬するための媒介層を設けた. 解析モデルにおけ る各構成材料の物性値を表-1 に示す. 各構成材料の 要素は、いずれも8節点6面体ソリッドとし、要素の 代表長さは約10mmとした.また、境界条件としてコ ンクリート部分の全側面(500mm×200mm 面の 4 面) を無反射条件とした. 電磁パルス法による弾性波入力 には、図-1(a)に示すように、ボルト軸方向に荷重 を与える場合およびボルト軸直角方向の場合の2ケー スを設定した.いずれのケースも,波形出力位置は, 図-1 (b) に示すコンクリート表面の1節点とした. 接着剤の充填状況の違いが弾性波挙動に与える影響を 把握するために、媒介層(長さ130mm)をボルト長さ 方向に13等分して接着剤の有無を模擬した.媒介層全 要素に接着剤の物性値を設定したものを「健全度レベ ル13」とし、アンカーボルト最下部の要素のみを接着 剤,それ以外を空気として設定したものを「健全度レ ベル1」とした(図-2参照). さらに接着剤の充填状 況にバリエーションを持たせるため、ボルト長さ方向 に接着剤要素を段階的に増やし、健全度レベルを全13 段階に設定した.



表-1	解析モデルの物性値	Ī
-----	-----------	---

物質	弾性係数 (CPa)	密度	ポアソン
	(GPa)	(g/cm)	L
コンクリート	30	2.3	0.2
プレート	200	7.9	0.3
ボルト	200	7.9	0.3
接着剤	2	1.2	0.40
空気	1.6E-20	2.2E-13	2.0E-20

キーワード 接着系あと施工アンカー,固着部,接着剤充填状況,非破壊評価,電磁パルス法,波形エネルギー 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

#### -087

# 3. 解析結果および考察

### 3.1 ボルト軸方向入力

図-3 に解析により得られた速度波形の一例として、 ボルト軸方向に弾性波を入力した場合の健全度レベル 1 およびレベル 13 をそれぞれ示す.健全度レベル 13 では、波形の振幅が健全度レベル 1 よりも明らかに大 きいことがわかる.健全度レベル 13 では、アンカーボ ルト上端で入力した弾性波がボルトの深さ方向に伝搬 し、これがコンクリート部分に到達すると、接着剤を 介してコンクリート部分にも伝搬することになる(図 -4 (b)参照).一方、健全度レベル 1 では、媒介層では 接着剤よりも空隙が占める割合が大きいため、コンク リート部へ伝搬する弾性波の成分が少なくなる(図-4 (a)参照).これにより、コンクリートで出力した波形 に差異が生じたものと考察できる.

速度波形の振幅の大きさを定量的に表現するため, 波形における各振幅を2乗した後これを総和したもの を「波形エネルギー」と定義した.図-5に波形エネ ルギーと健全度レベルとの関係を示す.図に示す波形 エネルギー比は,健全度レベル13の波形エネルギーを 1とした場合の比率に換算している.図より,健全度 レベルが大きくなるにしたがって,波形エネルギーが 増加していく傾向が見られる.

## 3.2 ボルト軸直角方向入力

ボルト軸直角方向入力における波形エネルギーと健 全度レベルとの関係を図-6 に示す.健全度レベルと 波形エネルギーとの間に相関関係は確認できない.こ のような傾向になった理由としては,波の入力方向と 伝搬方向とが異なっているため,弾性波が伝搬する際 に干渉し,複雑な形態となって各媒質中を伝搬したこ とが挙げられる.

#### 4. まとめ

上記の検討の結果,弾性波の入力方法としては,ボ ルト軸方向に弾性波を入力し,また,ボルト近傍にお けるコンクリート表面において弾性波を受信すること により得られた波形エネルギーを用いることが,接着 系あと施工アンカー固着部の健全度評価に有効である ことが明らかとなった.

# 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金 (若手研究(B)25820194)の援助を受けて行ったも のである.ここに記して謝意を表する.



