

第V部門

鋼板接着補強 RC 床版における衝撃弾性波法を用いたひび割れ評価に関する実験的検討

大阪大学工学部 学生会員 ○藤原 理絵 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤 広基 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 石田 卓也
 阪神高速技術株式会社 非会員 澤田 友治

1. はじめに

本研究では、鋼板接着補強 RC 床版において、鋼板の剥離と RC 内部の曲げひび割れを模擬した供試体を作製し、衝撃弾性波法を用いた実験を行うことで、ひび割れ評価手法について検討を行うことを目的とした。

2. 実験概要

1) 供試体概要

図-1 に供試体の概要を示す。供試体の RC 部分の寸法は長さ 2400mm×幅 1500mm×厚さ 200mm である。供試体には厚さ 4.5mm の鋼板をアンカーボルトで固定し、コンクリートとの隙間にエポキシ樹脂を注入した。なお、鋼板の剥離を模擬するため、コンクリート表面に厚さ 1mm のスチレンボードを貼り付けた。曲げひび割れは、高さ 40mm, 80mm, 120mm の 3 つの段階で設定し、幅 5mm のスチレンボード（塩ビ板により補強）を用いて、ひび割れを模擬した。アンカーボルトは、それぞれ長手方向に 400mm, 短手方向に 350mm の間隔で配置されている。図-1 に示す通り、アンカーボルトの位置はアルファベットと数字で表記する。

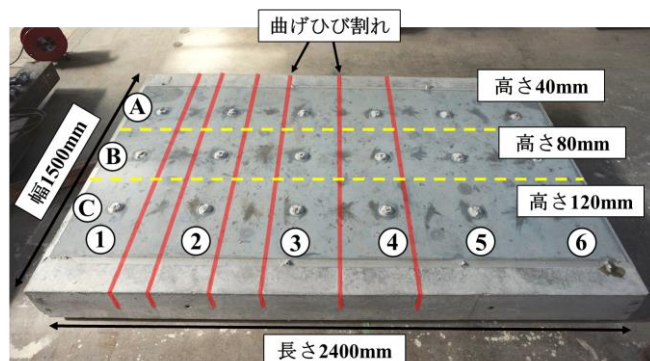


図-1 供試体概要

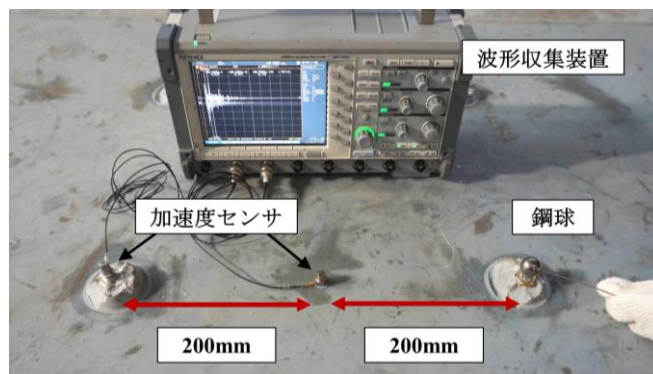


図-2 計測概要

2) 計測概要

図-2 に計測概要を示す。供試体長手方向に沿って、隣り合う 2 本のボルト間で計測を行った。以後、ボルト A1 で打撃し A2 で受信した計測は“A1-A2”と表記する。アンカーボルトの打撃には、入力する弾性波の波長がひび割れ高さに与える影響を把握することを目的として、直径 11.2mm, 19.2mm の鋼球を使用し、弾性波の受信には、おおむね 30kHz までフラットな応答感度を有する加速度センサを使用した。また、打撃によって入力された弾性波の大きさを測定するために、打撃したアンカーボルトから 200mm 離れた鋼板上にも加速度センサを設置した。センサで受信した信号は、サンプリング間隔 1μs, サンプリング数 20000 点の時刻歴応答波形として波形収集装置で記録した。

3. 実験結果および考察

1) 受信波形

図-3 に、直径 19.2mm の鋼球で打撃を行った場合の、(a)健全、(b)ひび割れ高さ 40mm×1 本、(c)のひび割れ高さ 120mm×1 本、および 120mm×2 本の箇所計測した時刻歴波形の例をそれぞれ示す。図より、健全箇所における受信波形の振幅が最も大きく、ひび割れが 1 本、2 本と増えるにつれて、受信波形の振幅が小さくなっている。また、(b)と(c)を比較すると、ひび割れがより高い箇所での受信波形の方が振幅が小さくなっている。直径 11.2mm の鋼球の場合も、同様の傾向を示した。

2) 評価指標の検討

ひび割れを有する計測箇所では、弾性波の伝搬経路が長くなり、ひび割れ面で反射が発生することで、受信波形の振幅値が小さくなると考えられる。そこで、振幅

値の大きさを評価するため、振幅値比 R_A を式(1)によって定義した。

$$R_A = A_2 / A_1 \quad (1)$$

ここで、 A_1 : 鋼板上センサの受信波形の最大振幅値、 A_2 : アンカーボルト上センサの受信波形の最大振幅値である。実験では、計測ごとに打撃によって与えられる弾性波の大きさがばらつくため、 A_2 を A_1 で除すことで正規化し、振幅値を比較した。

ひび割れ本数毎に振幅値比の平均値を計算した結果を図-4 に示す。いずれの鋼球を使用した場合においても、健全箇所における振幅値比が最も大きく、ひび割れを有する箇所の値とは明瞭な差がある。また、ひび割れ本数が多く、高さが大きいほど振幅値比が小さくなる傾向がみられる。鋼球径による比較をしてみると、直径 11.2mm の鋼球を使用した場合はひび割れの有無で大きな差が見られる。一方で、直径 19.2mm の鋼球を使用した場合はひび割れ高さによる値の差が大きくなっている。鋼球の直径が小さいほど入力される弾性波の周波数は高くなり、弾性波の周波数が高いほどひび割れの影響による減衰が大きい。このことから、直径 11.2mm 程度の鋼球で入力される周波数帯の弾性波は、高さ 40mm 以上のひび割れで大きく減衰し、ひび割れ高さによる値の差が小さくなったものと考えられる。このような周波数帯による弾性波の伝播挙動の性質を利用すれば、小さな鋼球を用いてひび割れの有無を判定し、大きな鋼球を用いてひび割れの高さを評価することができる可能性がある。

4. 結論

衝撃弾性波法による計測において、隣接するアンカーボルト間で打撃と受信を行った。評価指標として振幅値比を用いることで、鋼板接着補強 RC 床版内部の曲げひび割れを評価できる可能性が示された。

参考文献

石田卓也, 鎌田敏郎, 内田慎哉, 寺澤広基, 澤田友治: 鋼板接着補強した RC 床版の弾性波による損傷評価に関する解析的検討, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.15, pp.359-364, 2015

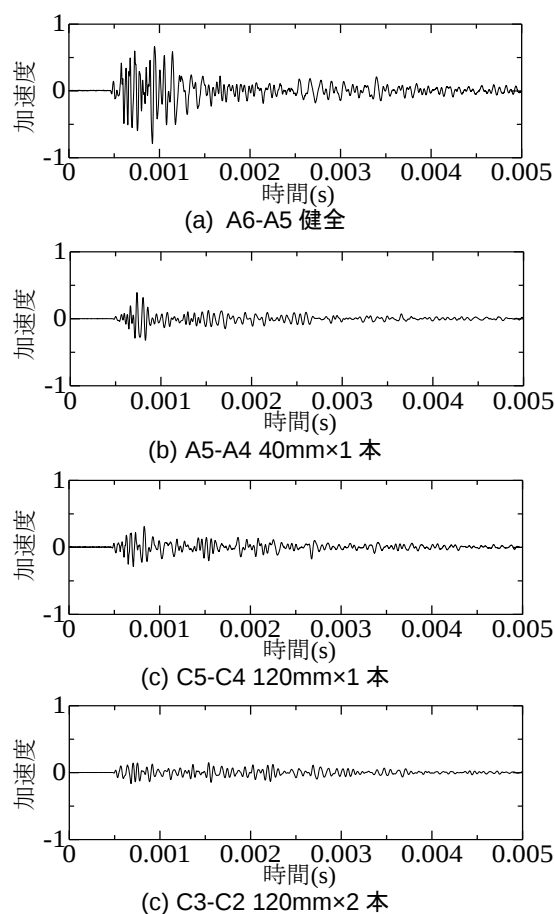
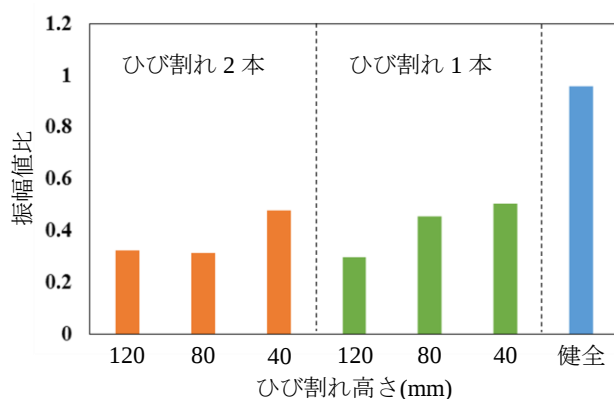
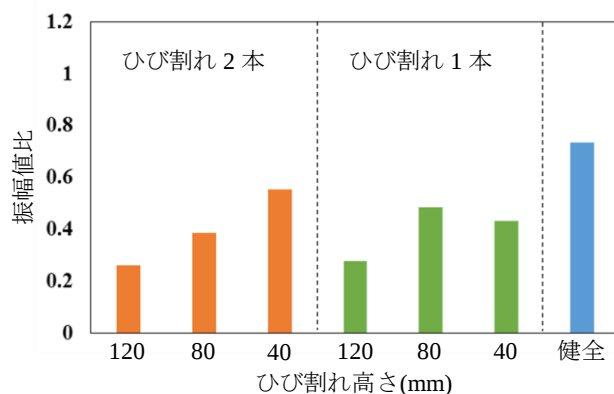


図-3 受信波形の一例



(a) 直径 11.2mm 鋼球



(b) 直径 19.2mm 鋼球

図-4 ひび割れ本数毎の振幅値比