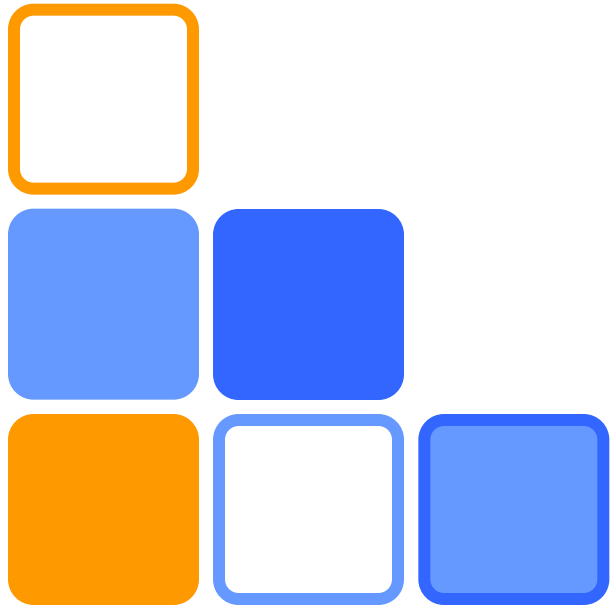


# 衝撃応答解析を援用した衝撃 弾性波法によるRC床版内部の 水平ひび割れの非破壊評価手法



# RC床版内部に生じる水平ひび割れ

アスファルト舗装

増厚補強コンクリート

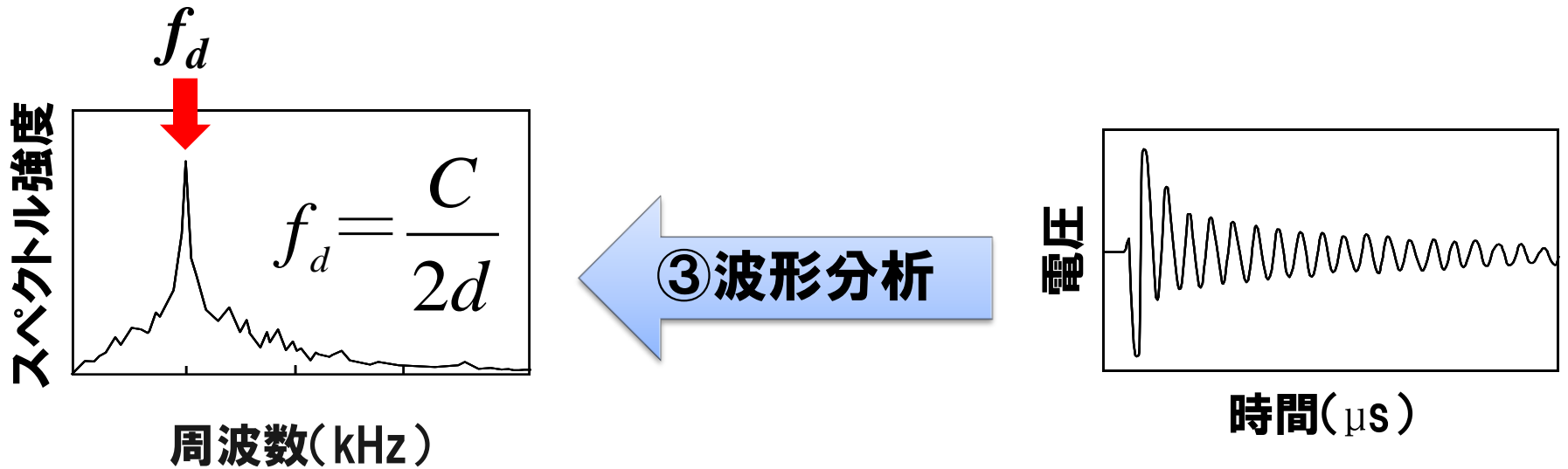
既設コンクリート

水平ひび割れ

2  
A5

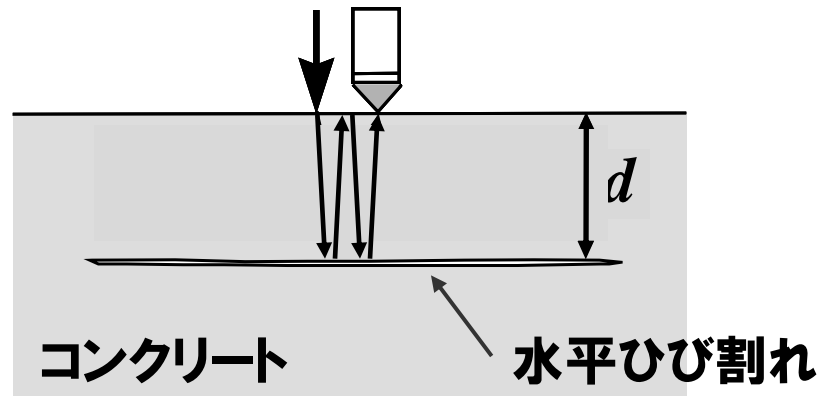


# 衝撃弾性波法による水平ひび割れの検出原理



①弾性波を入力

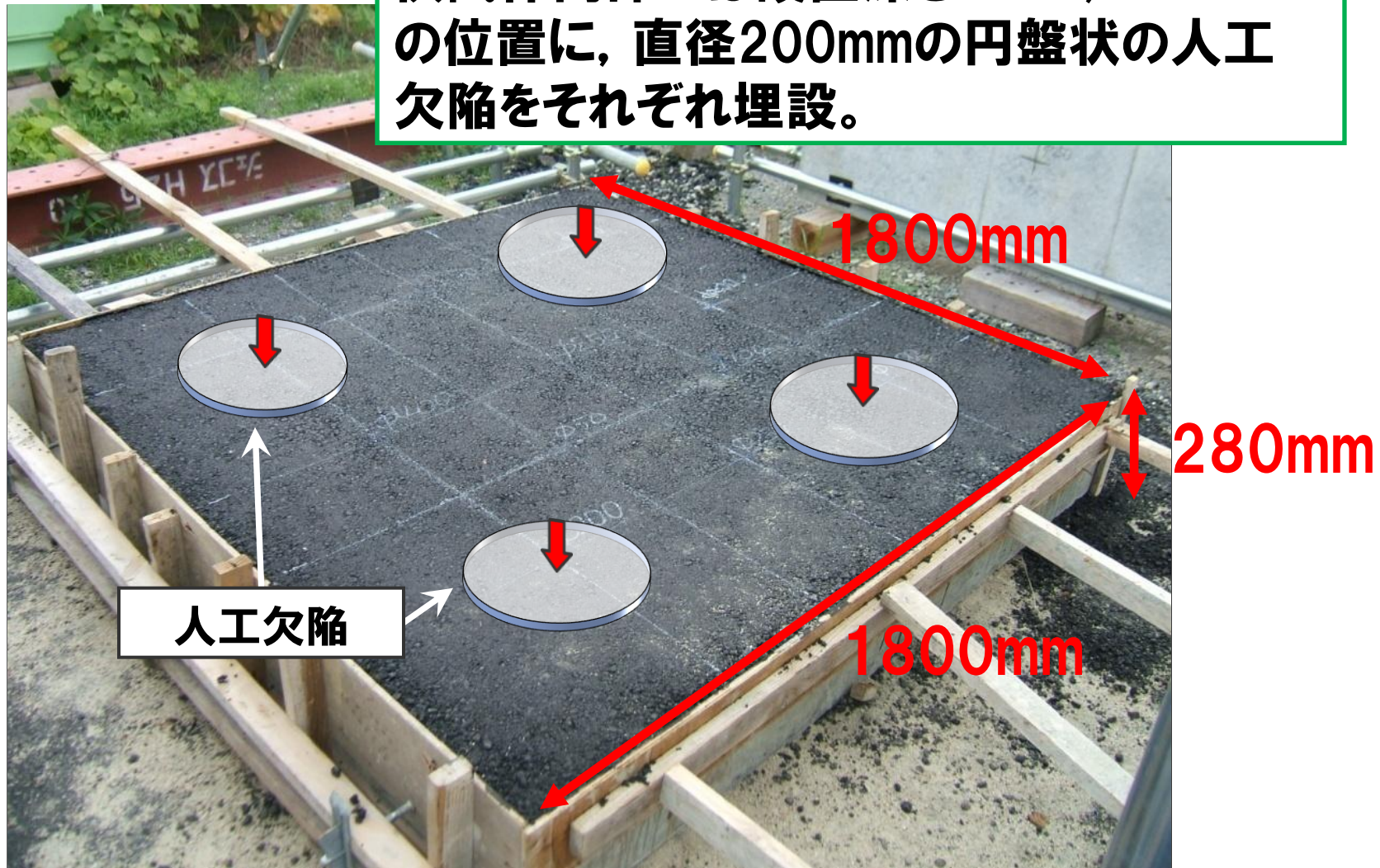
②弾性波を受信





# 供試体を対象とした 本研究室における既往の研究

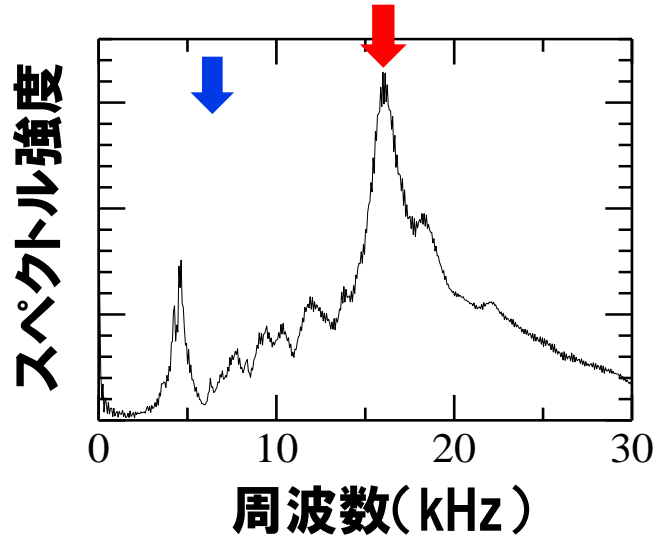
供試体内部には設置深さ:100, 130mm  
の位置に, 直径200mmの円盤状の人工  
欠陥をそれぞれ埋設。



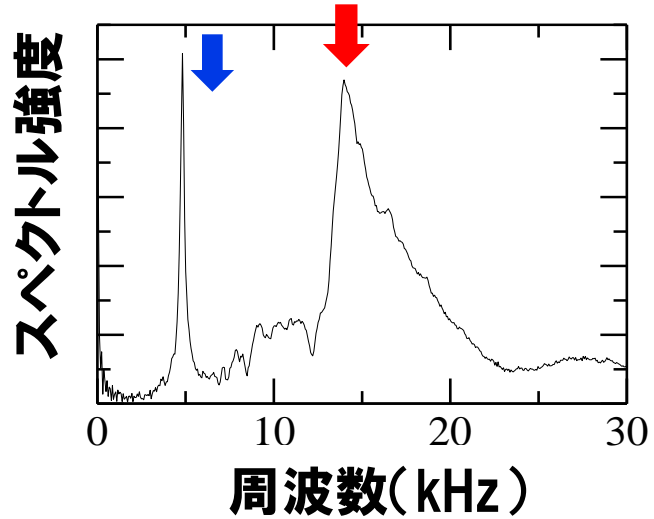


# 計測結果

欠陥深さ  
100mm



欠陥深さ  
130mm



(欠陥直径は200mm)

# しかし、実際のRC床版では・・・

**供試体実験のような理想的なピークを得るのは容易ではない！**

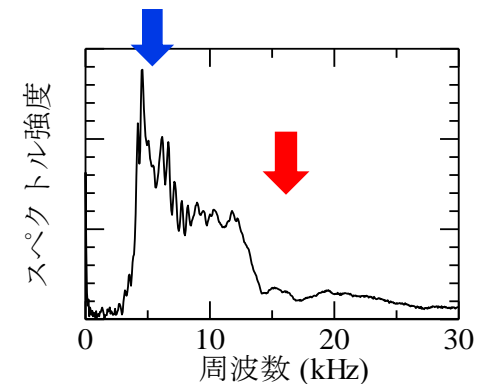
構造物ごとに、床版の寸法、コンクリートやアスファルトの厚さや材質など様々な条件が異なる。

また、当然ながら、水平ひび割れの存在位置(深さ)、規模(面的な大きさ)も様々である。

計測ごとに試行錯誤を繰り返して、

- ①弾性波の入力方法
- ②弾性波の受信方法
- ③波形分析方法

を決定するのは**非効率的** / **信頼性**にも問題



鋼球直径: 15mm

水平ひび割れ深さ100mm

そこで、本研究では…

非破壊検査工学と構造解析学を組み合わせることにより、RC床版内部の水平ひび割れを的確かつ効率よく検出するためのアイデアを提案。

非破壊検査工学



構造解析学

確率・統計学



# 解析による計測条件・波形分析条件の選定

## ①弾性波の入力方法

鋼球直径, 打撃位置, 打撃方法



## 解析モデルにおける弾性波伝播シミュレーション

コンクリートの材質や厚さ／アスファルトの材質や厚さ  
ほか、計測対象に応じた条件(オーダーメイド)



## ②弾性波の受信方法

センサの周波数特性,  
センサ設置位置, 設置数



## ③波形分析方法

表面波の処理,  
周波数分析方法



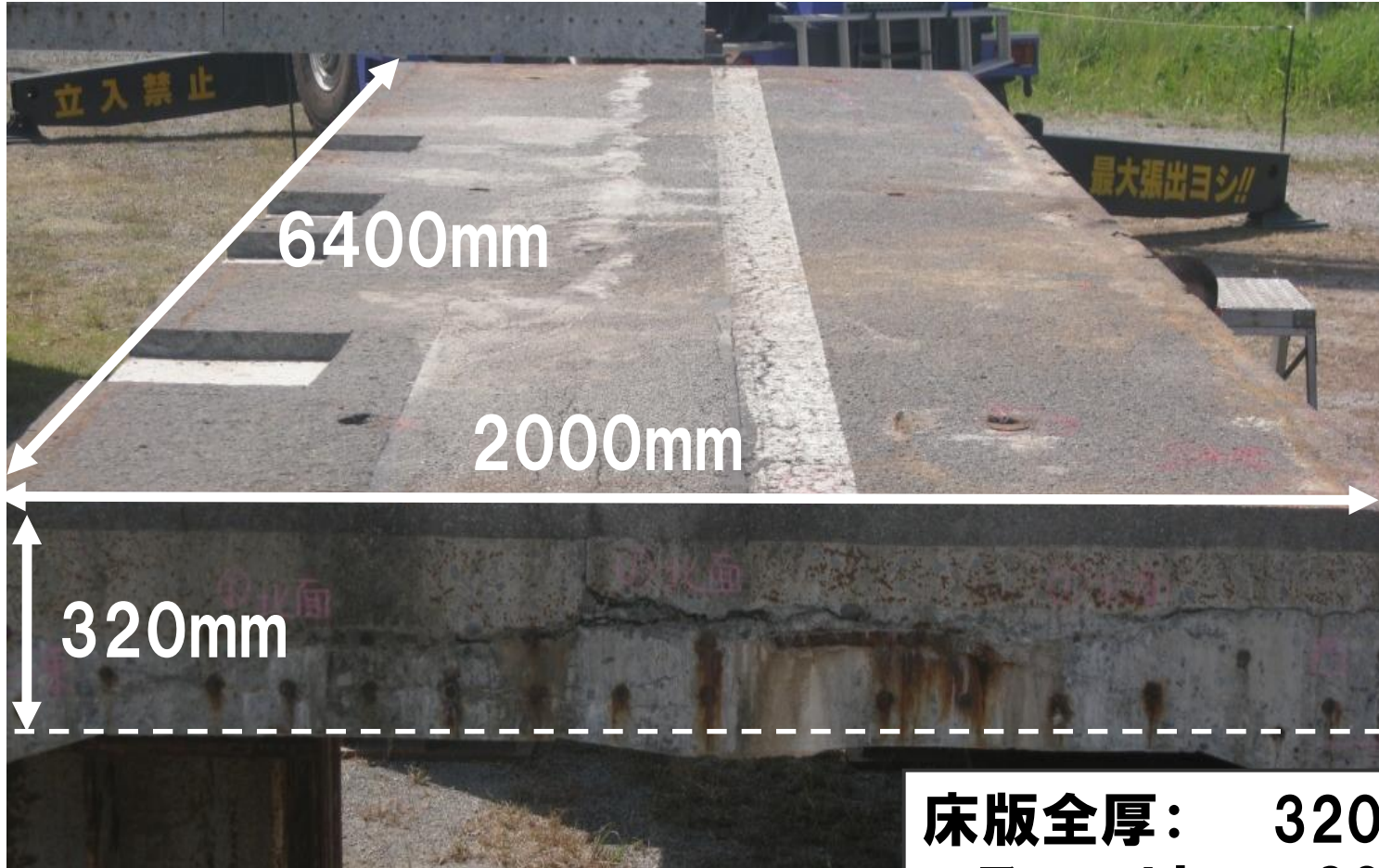


# 目的

**実橋から切り出したRC床版を対象に，解析により計測条件や波形分析条件を事前に決定し，その条件に基づいて計測を行い，床版内部の水平ひび割れの検出を試みた。**



# 道路橋から切り出したRC床版の概要

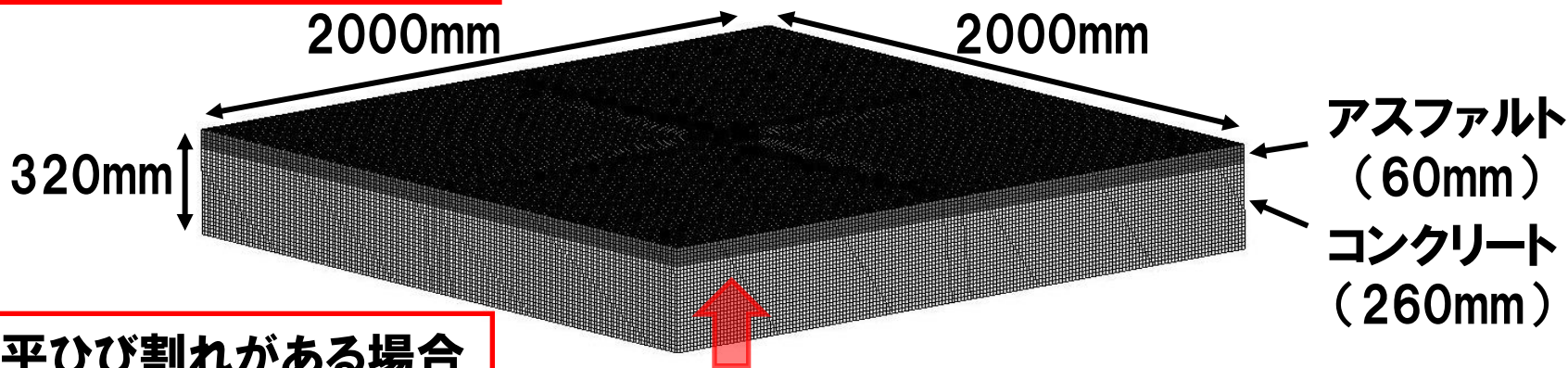


床版全厚:	320mm
アスファルト:	60mm
コンクリート:	260mm

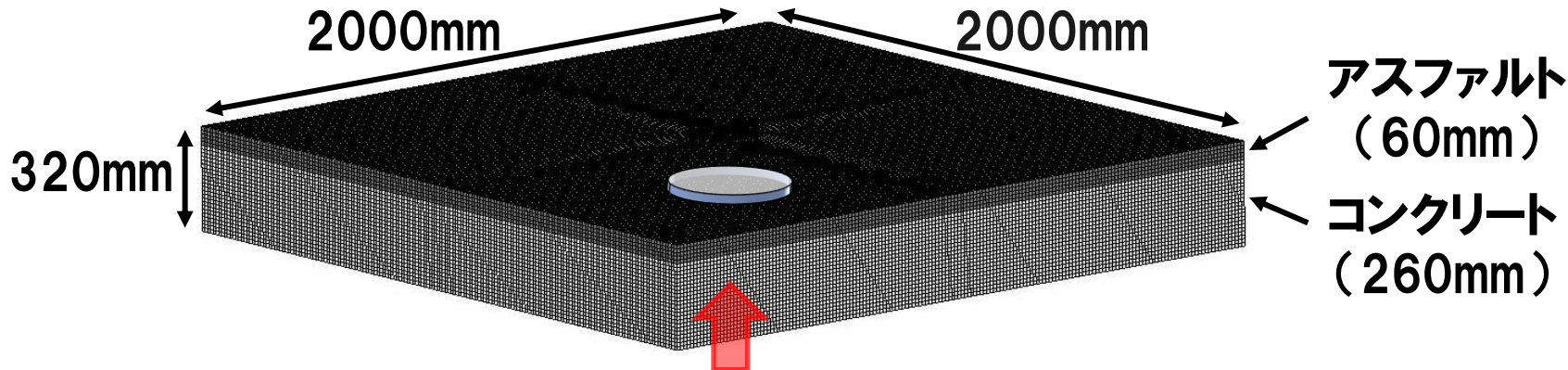
# 解析モデルの概要

↑ : 衝撃荷重の入力位置

水平ひび割れが無い場合

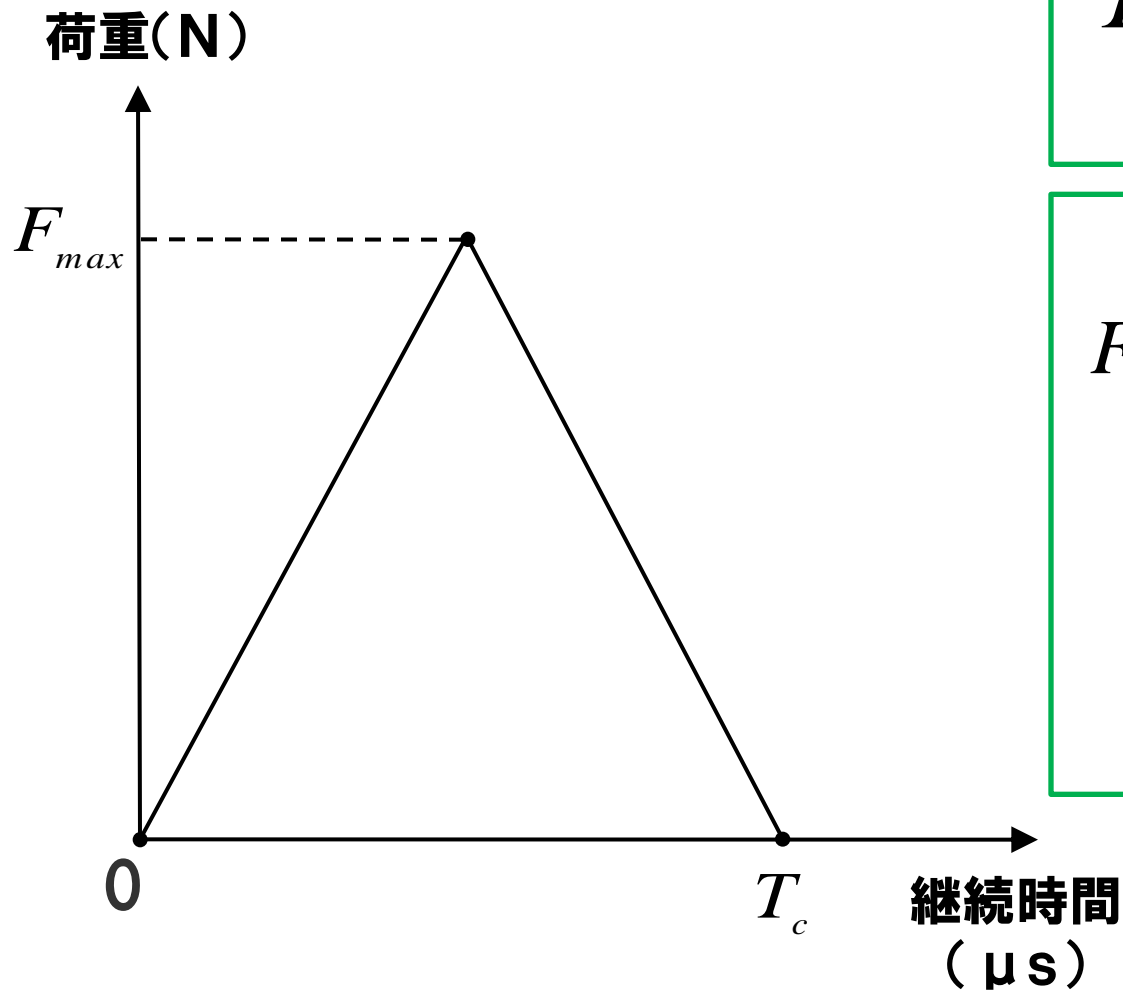


水平ひび割れがある場合



物性値	コンクリート	アスファルト
弾性係数(GPa)	31.7	6.00
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.20	2.30
ポアソン比	0.20	0.20

# 鋼球打撃による弾性波の入力の模擬方法



$$T_c = 0.0043 D$$

$D$  : 鋼球直径(m)

$$F_{max} = \frac{m\sqrt{2gH}}{0.637T_c}$$

$m$  : 鋼球の質量(kg)

$g$  : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)

$H$  : 鋼球の落下高さ(m)

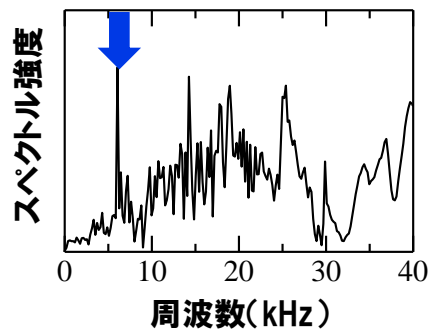
$T_c$  : 鋼球の接触時間(s)



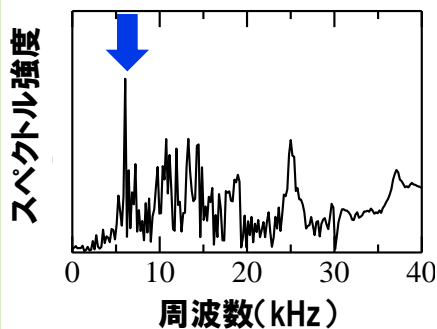
# ①弾性波の入力方法の選定：鋼球直径

水平ひび割れが無い場合(版厚320mm)

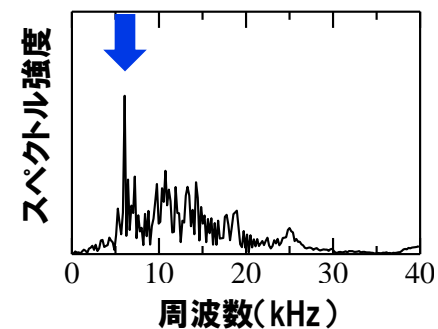
鋼球直径: 3mm



鋼球直径: 6mm

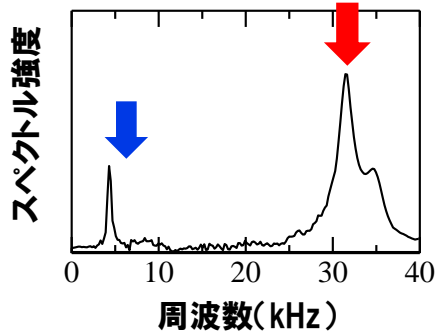


鋼球直径: 12mm

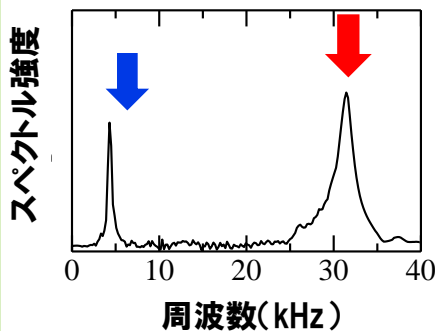


水平ひび割れがある場合(深さ60mm)

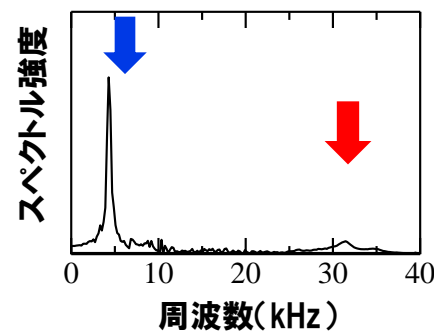
鋼球直径: 3mm



鋼球直径: 6mm



鋼球直径: 12mm





# 解析により決定した計測条件・波形処理条件

## ①弾性波の入力方法

- 鋼球直径: 6mm

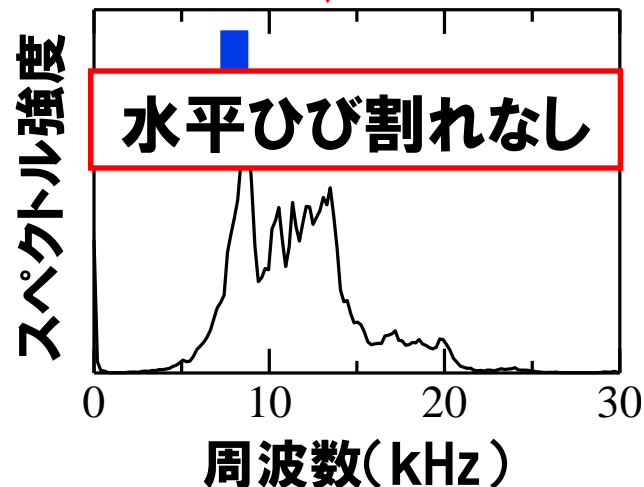
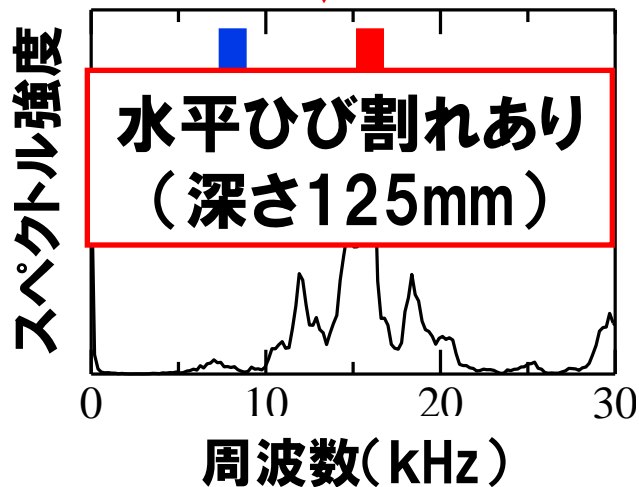
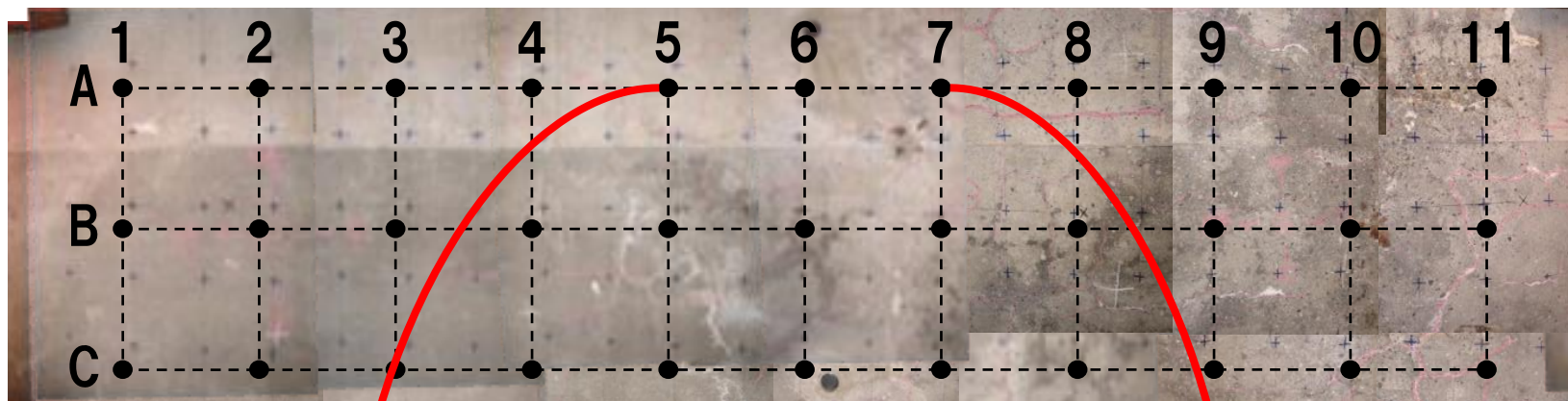
## ②弾性波の受信方法

- 周波数応答特性: 0~40kHz
- 入力-受信間距離: 50mm

## ③波形分析方法

- FFT

# 切り出しRC床版における計測結果





# 削孔および孔内撮影の状況

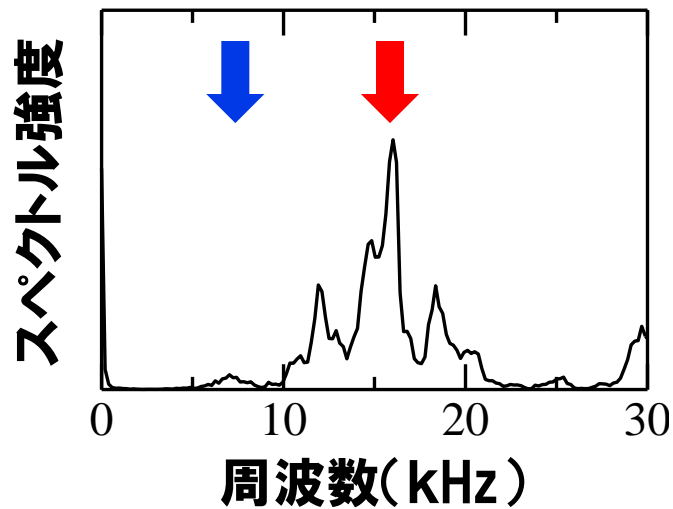






# 推定結果の検証

**推定結果：  
水平ひび割れあり(深さ125mm)**



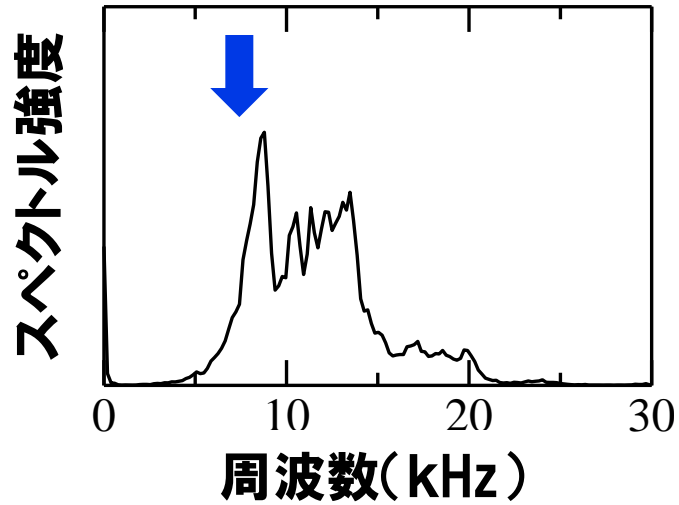
120mm



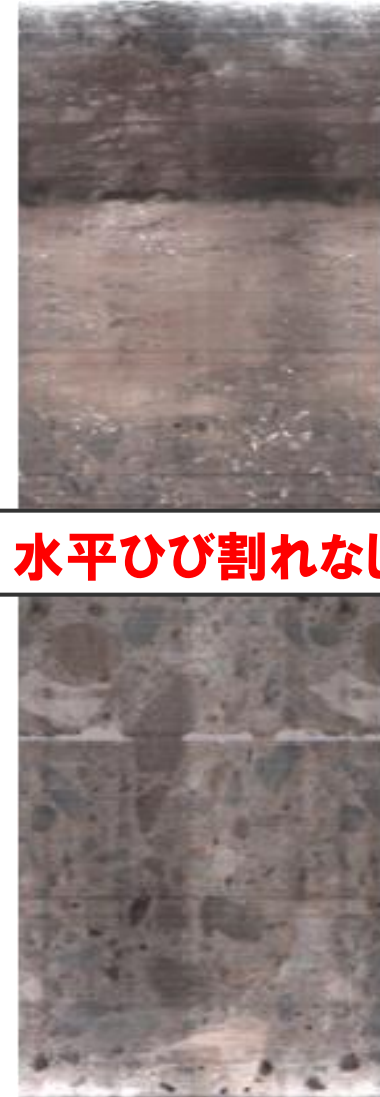


# 推定結果の検証

**推定結果：  
水平ひび割れなし**



**水平ひび割れなし**





## まとめ

**解析により決定した計測条件および波形分析条件に基づき、衝撃弾性波法による計測を行った結果、水平ひび割れを適確に検出できることが明らかとなった。**