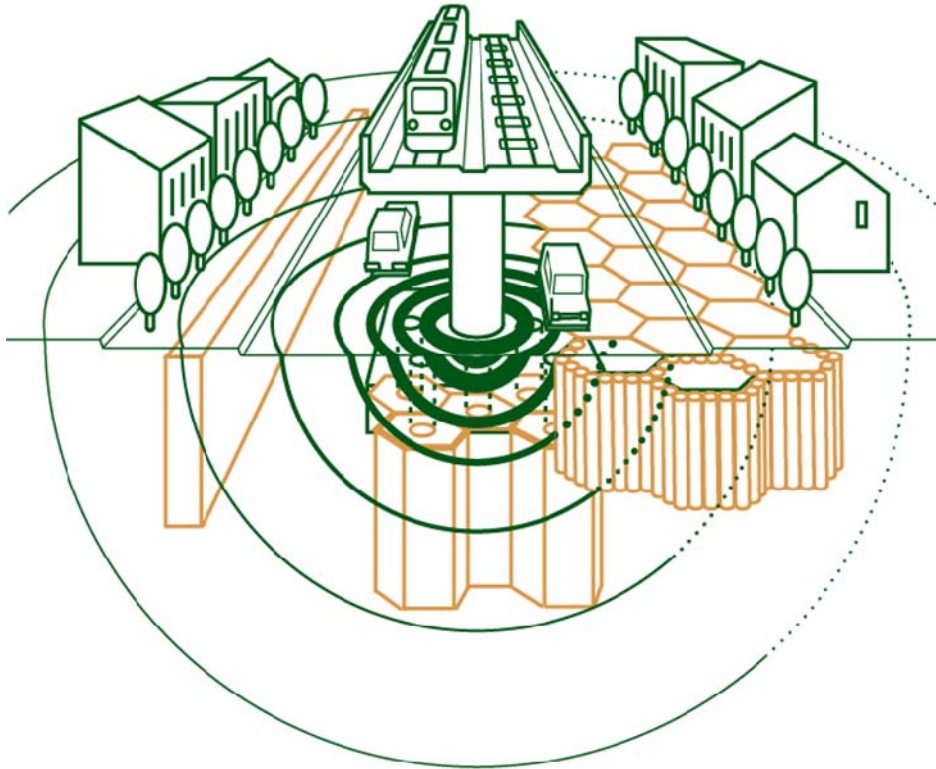


低周波振動を遮断、振動エネルギー吸収する WIB工法

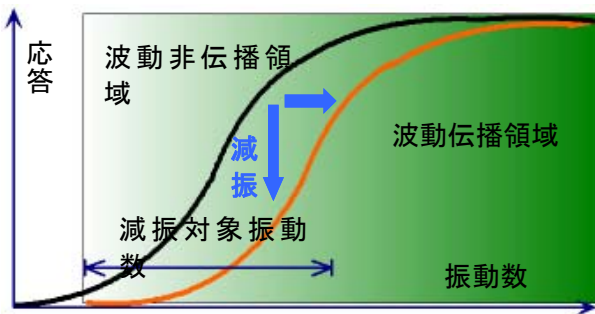
技術に活かす



自然から学び

- 高い減振効果
- 耐震化・液状化防止

- 循環型土木資材
- コスト縮減と工期短縮



波動遮断特性曲線



都内事業所の振動遮断WIB工事

岡山大学発ベンチャービジネス 防振・耐震・騒音対策の地盤・構造技術

 E&Dテクノデザイン株式会社

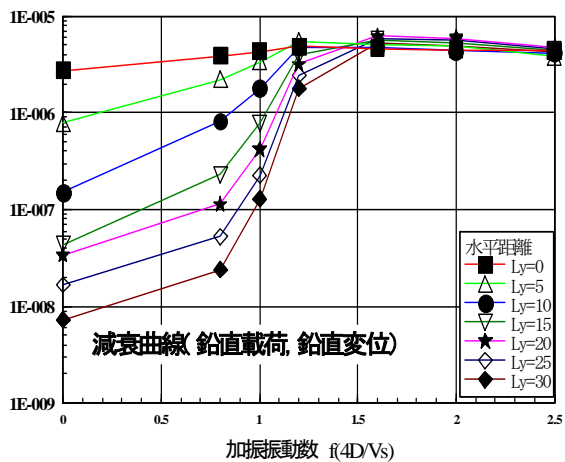
<http://www.ed-techno.org>

低周波振動への減振工法WIB

平成16年度地盤工学会研究業績賞受賞

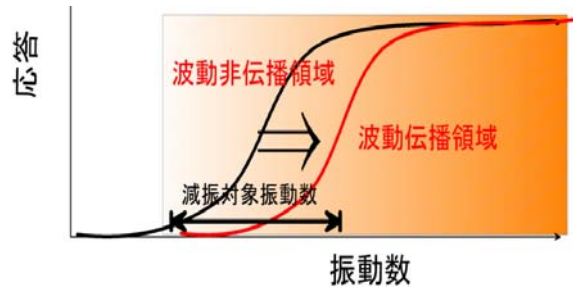
低周波振動に対する減振機構:

- 層地盤の遮断振動数以下は波動の伝播はない(波長拘束効果)
特許2850187, 特許2764696, 特許3891991、US特許5779397
- 波動のインピーダンス比による減振(異質媒体の境界効果)
- セル構による波動の散乱と閉じ込め(形状効果)
特3891991, US特許7048473, 出願中2002-321639



媒体の波動遮断深さD: $f \frac{4D}{V_s} < 1.5$

成層地盤の波動伝播

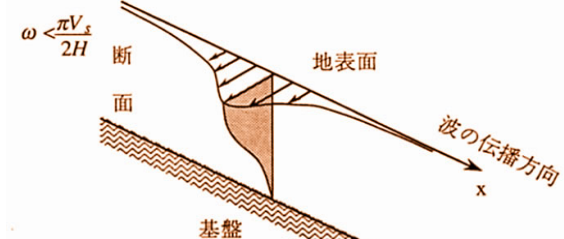


波動伝播特性曲線

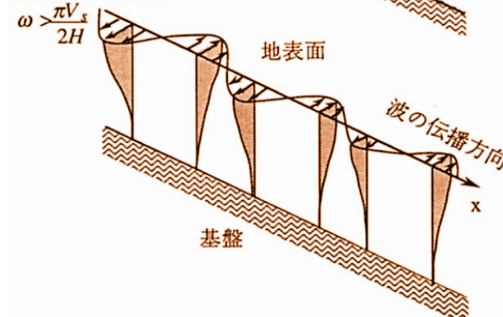
波の遮断/伝播の原理



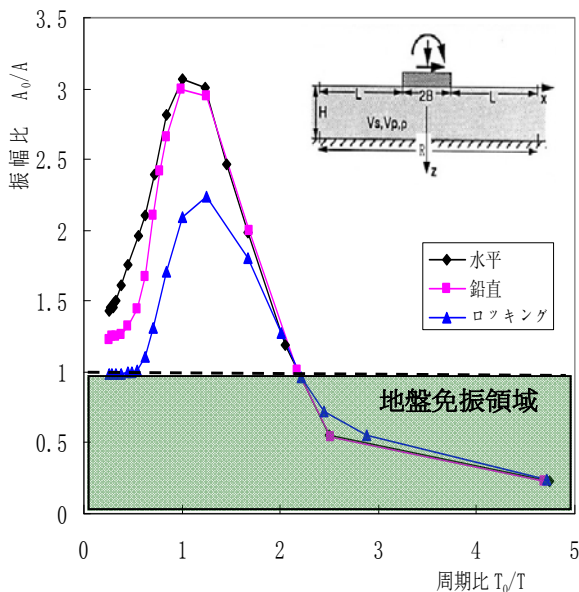
波が伝わらない場合



波が伝わる場合



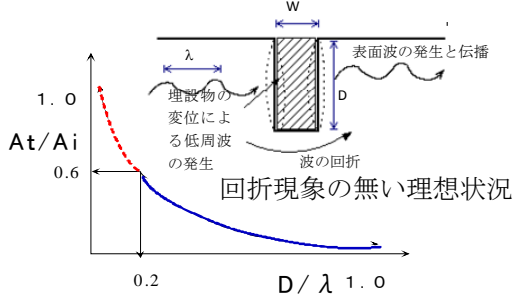
波動伝播/非伝播の状態



地盤共振/免振特性

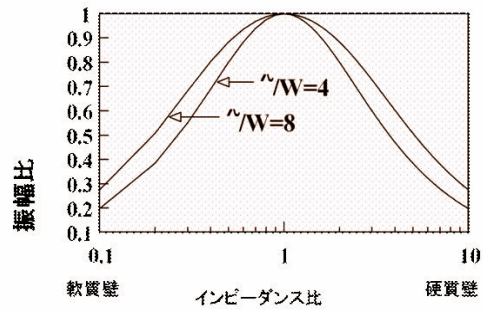
WIB工法の開発の基礎

(1)従来工法 (2, 3dB~数dB)



- 落とし穴:「溝深さ/波長の比」により回折現象、また、埋設体の固有振動発生で2次振源となる場

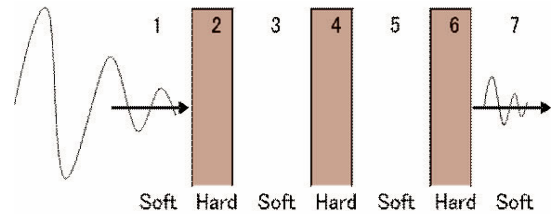
溝・地中埋設工



- 無限長の異なる物性の媒体間の波動インピーダンス
- 波長λと遮断工の深さDの比、 $\gamma = \lambda/D$ によって、遮断効果が落ちる。

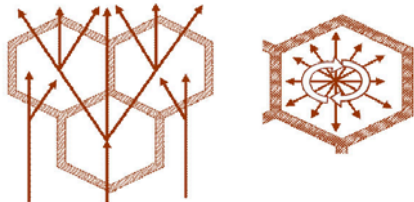
(2)新技術WIB工法(10dB以上の減振効果)

- 防振・減振・制振原理の発見
- 1. 減衰性能:伝播エネルギー吸収
- 2. イノベティブなメカニズムの創出
- 3. 形状効果による散乱現象
- 4. 離散要素による摩擦効果
- 5. 他産業の廃材の再利用資材



- 1元波動伝播における硬軟質の交互繰り返し媒体、減振効果は繰り返しのべき乗

一次元波動理論



- ハニカムセル構造の波動散乱減衰と内部高減衰材の相乗効果を活用
- 廃タイヤシュレッドは安全な土木資材

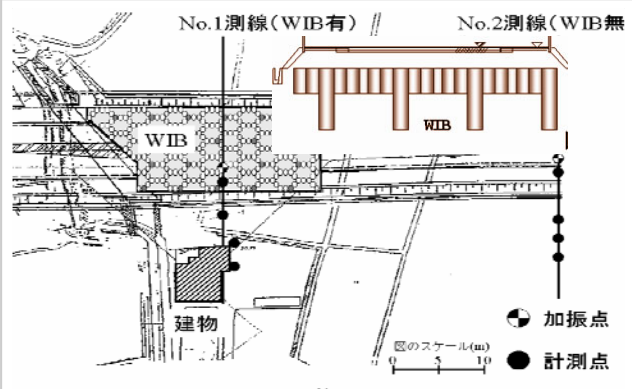
セル構造形状減衰モデル



セル構造形状減衰実験



道路直下における実施例



- 数~10dBi以上の減振効果を発揮

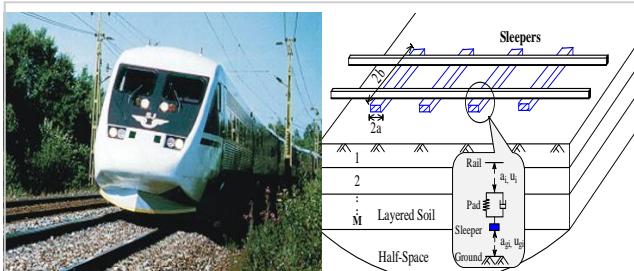
道路路面直下W I B 施工の適用例

交通等による地盤振動の予測法の開発 1

高速列車交通振動による

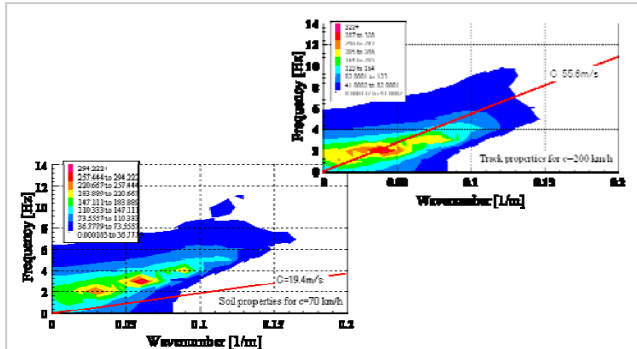
地盤振動をコンピュータ・シミュレーションから追究する

- 列車のモデル化/一連の軸重
- 軌道-地盤系のモデル化/地盤と構造物の動的相互作用
- 高架軌道のモデル化/3D フレーム構造
- 平坦軌道のモデル化
- ウィンクラーばね上のはり, 版による軌道のモデル化 J. Sound & Vibration 2003
- 移動荷重に対する2.5次元解析システム



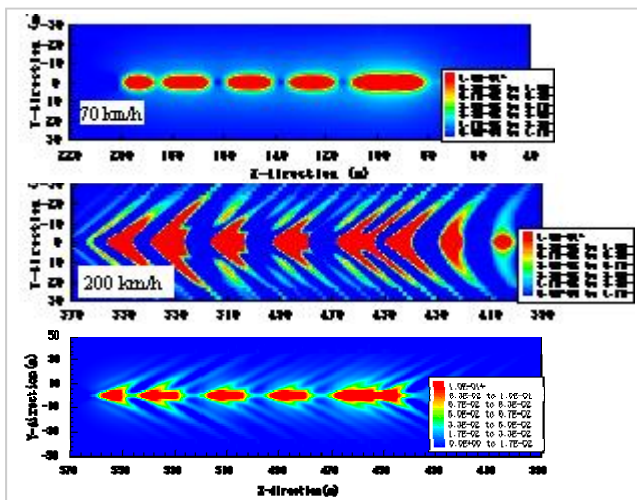
スウェーデン国鉄X-2000からの発生・伝播する沿線振動を予測 J. Sound and Vibration 2003

軌道振動による層状地盤内の波動場 ASCE 2003.3

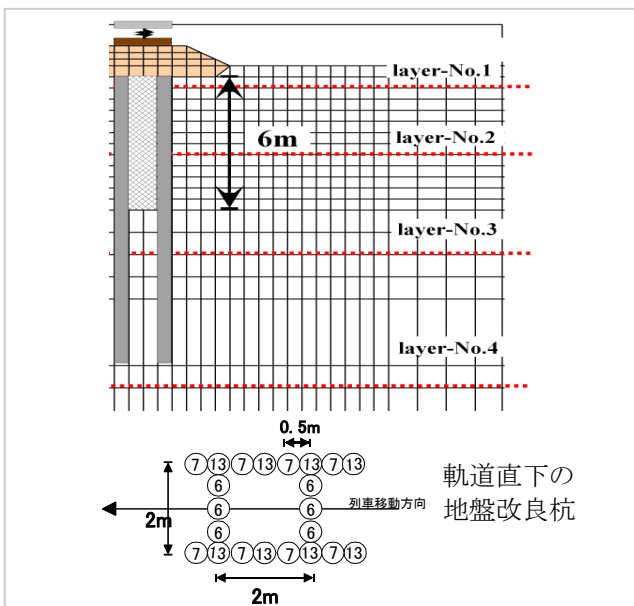


波動分散特性と列車走行線

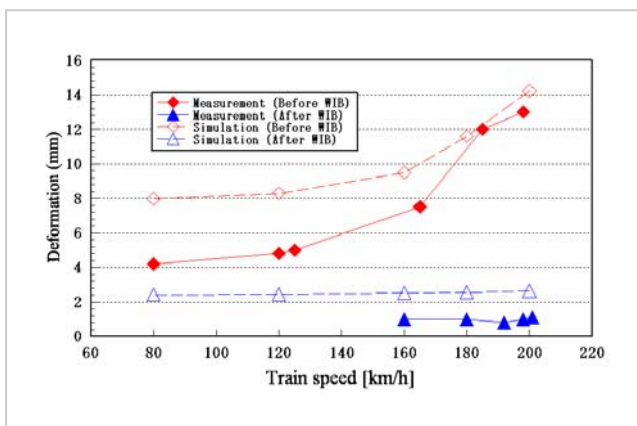
- 地盤内の分散性波動場解析
3次元解析/2.5次元解析ソフト
- 1. 振動数-波数領域において振動伝播の特徴を把握
- 2. 荷重の移動速度において地盤内誘発する振動の予測
- 軌道改修後の振動低減予測
EURODYN 2005



地表面の鉛直変位応答の地盤による変化



軌道横断面と地盤改良杭の配置



振動の強さと列車速度

交通等による地盤振動の予測法の開発 2

新幹線高架振動による
地盤振動をコンピュータ・シミュレーションから追究する

補正加速度レベルの制限値70dB

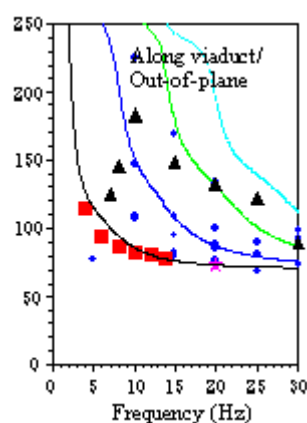
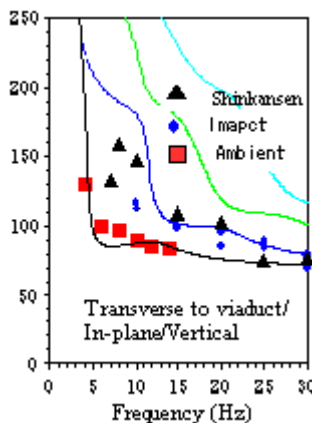
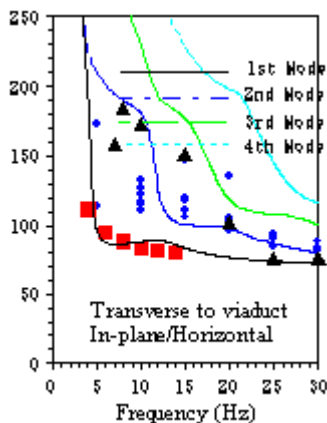
- 環境庁から運輸大臣への勧告「環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動策」について (1976.3.12)
- 運輸省大臣報告(1976) cf. 振動規制法(1976)



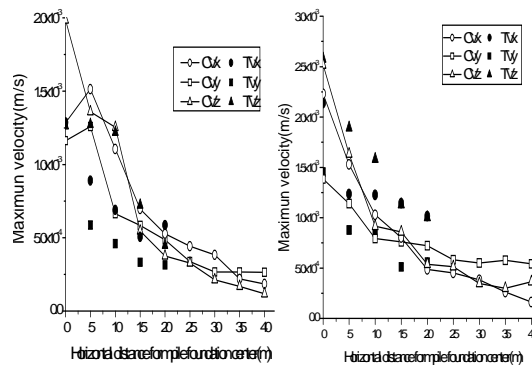
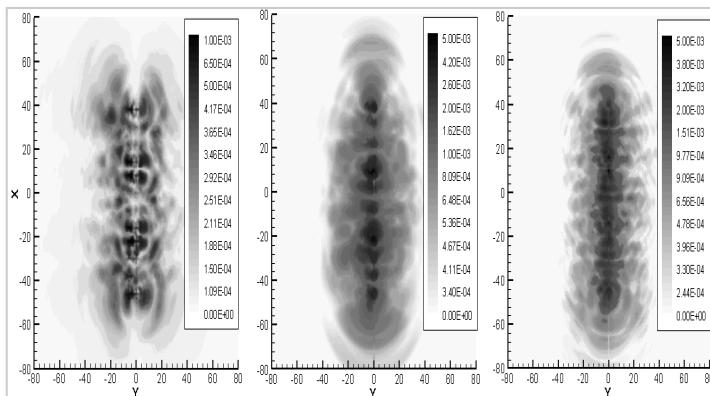
高架鉄道の振動発生・伝播メカニズムをハイブリッド解析: 高架構造の3次元フレーム解析と基礎-地盤系の軸対称モデルに基づく3次元解析 土木学会鉄道力学シンポ 2005

高架軌道の特徴:

- 基礎は、一般に杭、ケーソン等根入れ基礎のため、地表面からある深さにわたって振動源が分布する。
- 高架橋は、離散基礎から振動が発生. 伝播する。
- 基礎の慣性が地盤との動的相互作用で関与する。
- 高架構造の発生振動の特徴が固定位置において地盤へ発振される。



◆ 計測データをSASWS法より解析した波動分散曲線図と薄層要素法より求めたものとの比較から、幹線による卓越振動は、基本波動モードよりも2次波動モードに支配されることが分る。

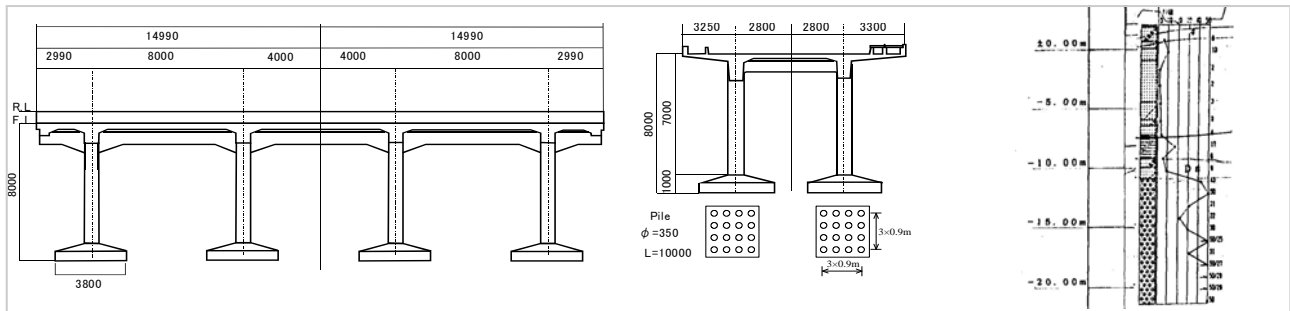


地表面応答(変位)図からは、新幹線振動の影響域が評価される。

計測の最大加速度値とシミュレーションの比較

新幹線高架橋からの振動発生と伝播予測

なぜ、軟弱地盤上の新幹線高架から低周波振動が発生するか？
J. Sound. Vibration, 210(2008)

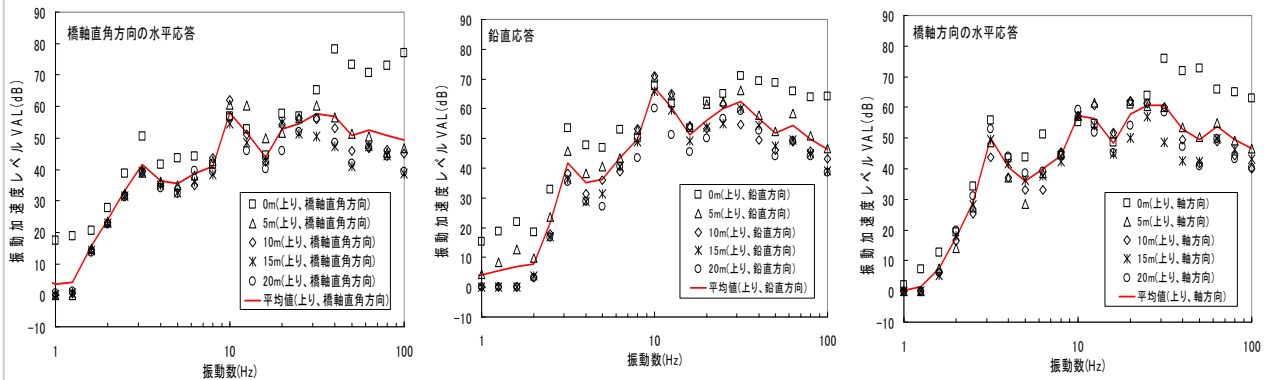


杭基礎支持の新幹線高架橋、3径間連続桁橋

土柱図

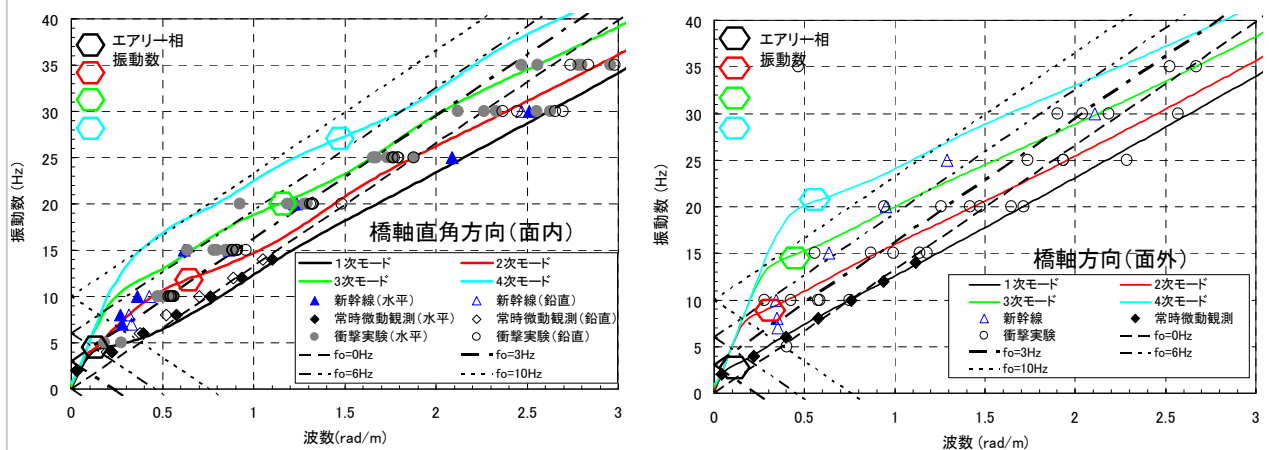
新幹線沿線環境振動の特徴：

- 表層地盤による遮断振動数と3~4Hz(低周波)、10Hz、30Hzの振動数の伝播



1/3 オクターブバンド・スペクトル

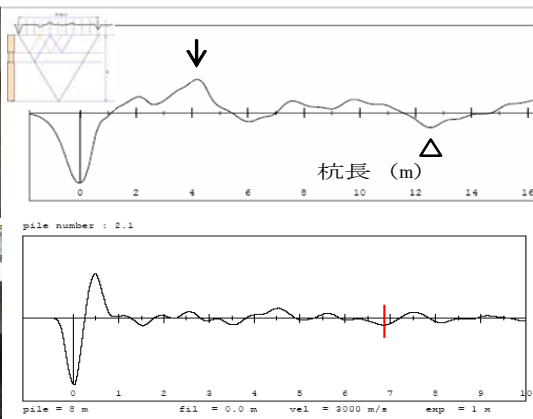
高速列車による誘発地盤振動の特定



振動数vs.波数の波動分散特性図、列車走行線

解説：高架橋の固有振動が列車の走行の下で発生し、移動調和振動源として与えられる。一方、地盤振動には、固有モード波の伝播があり、列車走行線と交差で誘発される。特に、サイト特性としての波動分散曲線から推定されるエアリー相での伝播が顕著であり、これらが地盤振動の様相を決定する。

高度な知識技術に支えられた計測・分析調査



非破壊試験器 PIT

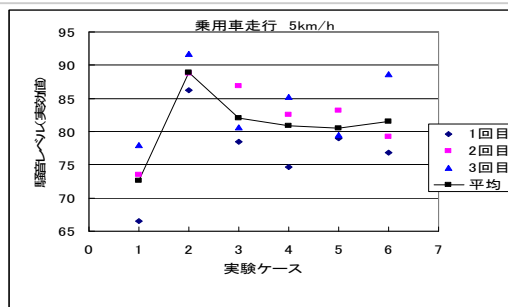
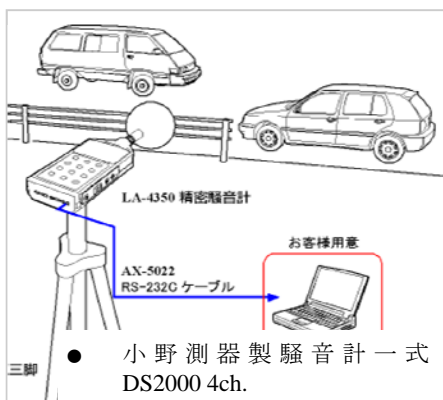
1.杭長、波動速度、健全性検査(現場くい打ち作業の出来型推定プロジェクト)

- 時刻歴手法
- スペクトル手法

2.杭長を調査(橋梁基礎杭の耐震性評価のための杭長推定作業)

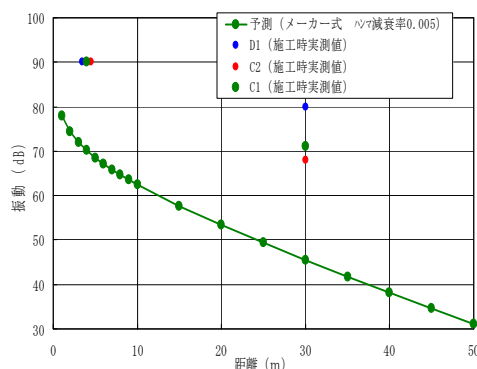
- 時刻歴手法
- スペクトル手法

杭体健全性検査・機能



騒音発生を抑えた側溝蓋の開発 (実験ケースはゴム支承のデザイン/レイアウトの差)

交通騒音検査



計測の高技術が捉える事例建設工事振動

低振動型高可変周波パイプロ杭打ち機を使用した際、予測一般式による発生振動レベルを20 dBも上回る振動が発生した。その原因究明を地盤の共振現象と地盤発生振動から究明。

建設工事振動調査



波動の分散性伝播を究明

フィールド計測から地盤内で発生し、伝播する波動の評価を、最新理論から実施。



- 振動計測システム1(有線系、無線系)
東京測振(株): SPC-51D, WX300
3速度計センサー35チャンネル、同期16チャンネルの2計測アレー

- 振動計測システム2
小野測器(株)製: GRAD10、加速度センサー

列車・道路交通振動調査