

# 動的特性からみたラーメン構造の 優位性について

---

金沢大学 理工研究域環境デザイン学系  
深田 宰史

# 社会資本を取り巻く社会的背景

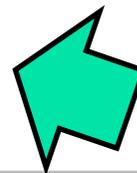
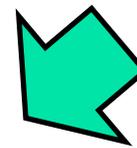
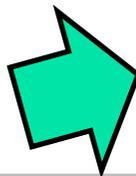
高度成長期に整備  
された構造物の老朽化

社会資本の蓄積による  
維持管理費の増大

維持管理費・建設費  
の縮減への要請

少子高齢化にともなう  
公共事業予算の縮減

要求性能の高度化  
(耐震・耐荷・疲労・使用性)



# 橋梁の維持管理上の問題点 (橋梁付属物)

伸縮装置の損傷  
(破損と二次災害の危険性)

支承部の損傷  
(腐食・破損)

特に支承・伸縮装置が  
維持管理上の重点課題

伸縮装置が交通振動  
の振動発生源の一つ

排水装置・高欄等  
その他付属物の劣化



# 支承・伸縮装置の無い インテグラル構造の利点

維持管理の軽減  
建設費の縮減

耐震性能の向上  
(高次不静定・落橋防止)

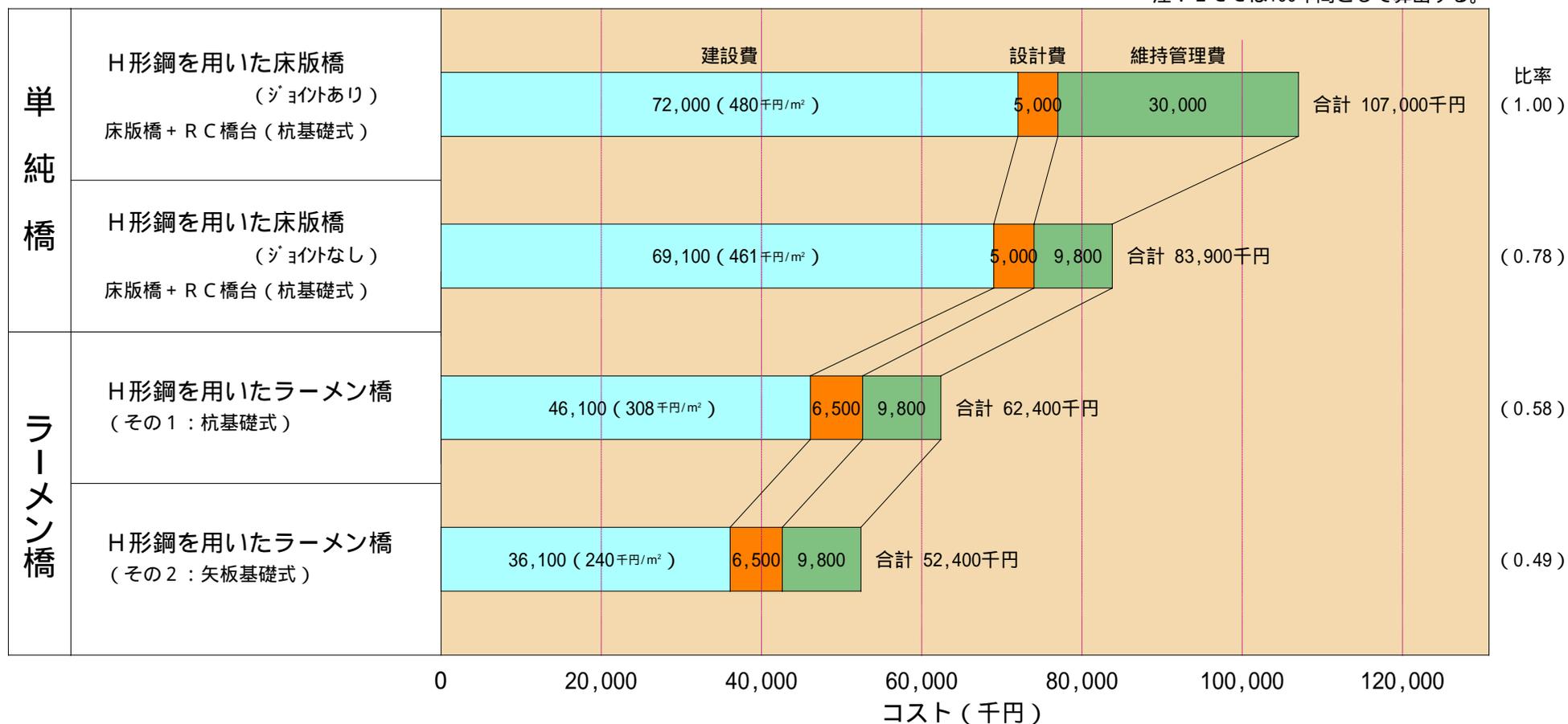
支承・伸縮装置  
の無い構造の採用

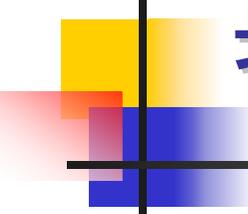
高次不静定構造による  
耐荷性能の向上

振動使用性の向上

# 橋梁形式別コスト比較図

注：LCCは100年間として算出する。



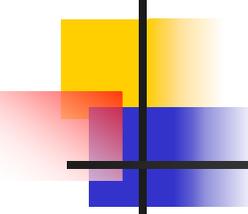


# 英国におけるインテグラル橋の現状

---

The Highways Agency DB42 *The Design Manual for Road and Bridges* では、以下の様に仕様に関して記述している。

- 橋長60m程度以下は、構造形式選定上の第一候補として検討する。
- Skews(斜角):  $30^{\circ}$ 以下とする。
- 温度変化による移動量は20mmとする。
- 橋台高は15m以下とする。

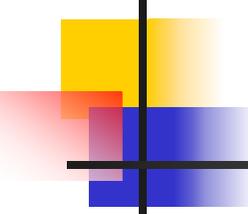


# 米国におけるインテグラル橋の現状

---

米国では州毎のDOT (Department Of Transportation)が政策決定をするため全米で統一した方針は無い。FHWA(Federal Highway Agency)が実施した各州のDOTへの調査結果があり、回答の範囲内(39事業者)で概括すると以下のとおりである。

- ・ 現状で供用中のインテグラル橋は**20000橋以上**存在する。
- ・ ニューヨーク州等州によっては、**インテグラル橋を橋梁形式選定上の第一候補**として検討するところもある。
- ・ 橋長の適用範囲は45,7m～358,1mと千差万別である。
- ・ Skews (斜角)についても0°～無制限と多様である。



# カナダにおけるインテグラル橋の現状

---

州 (Province) 毎にMOT (Ministry Of Transportation) が仕様を決定している。  
アルバータ州オンタリオ州の現状は以下の通りである。

## (1) アルバータ州

- ・ 橋長50m程度以下のコンクリート合成桁では**インテグラル橋を標準**とする。
- ・ 橋長40m程度以下の鋼桁橋では**インテグラル橋を標準**とする。
- ・ 上記を超過する範囲でもインテグラル橋の適用を検討すること(ただし、構造細目など慎重な検討を要する)。

## (2) オンタリオ州

- ・ 1960年代以降、**100橋以上**のインテグラル橋が建設されている。

# 比較した橋梁種別



Conventional Bridge



Semi-Integral Bridge

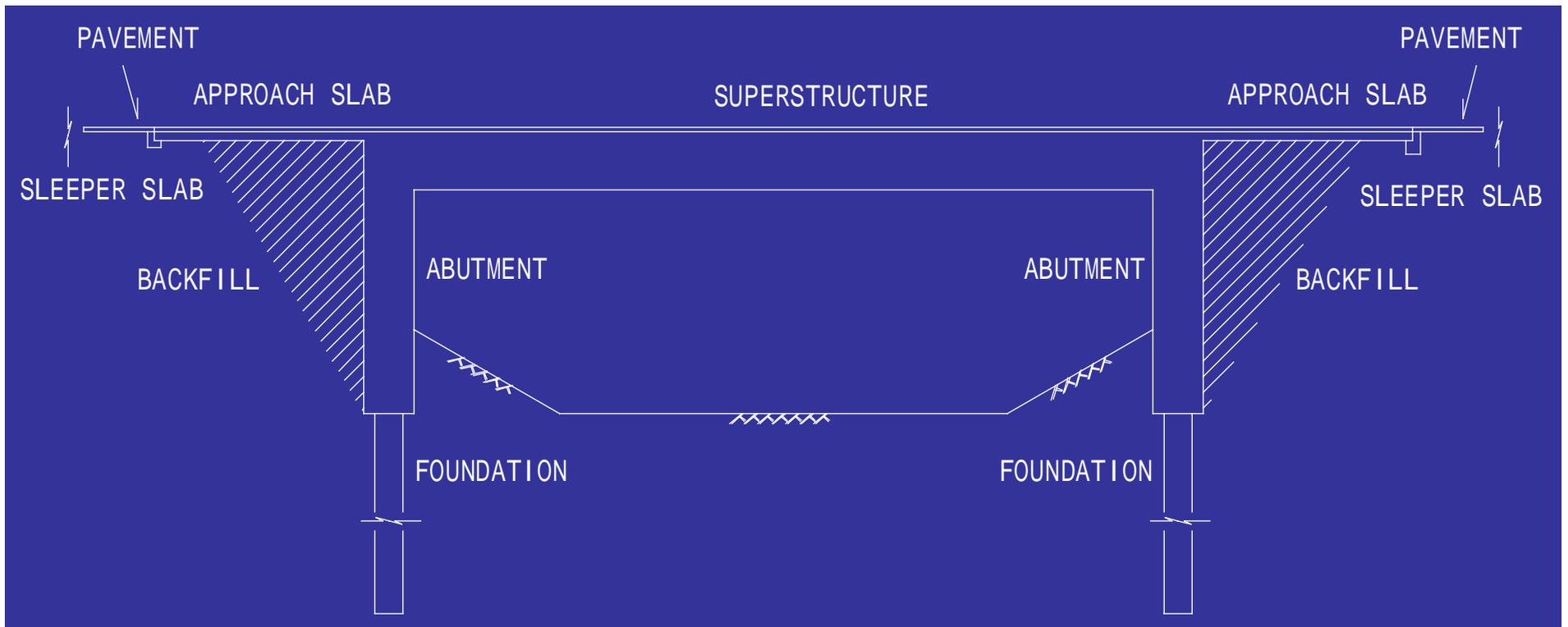


Extended Deck Bridge

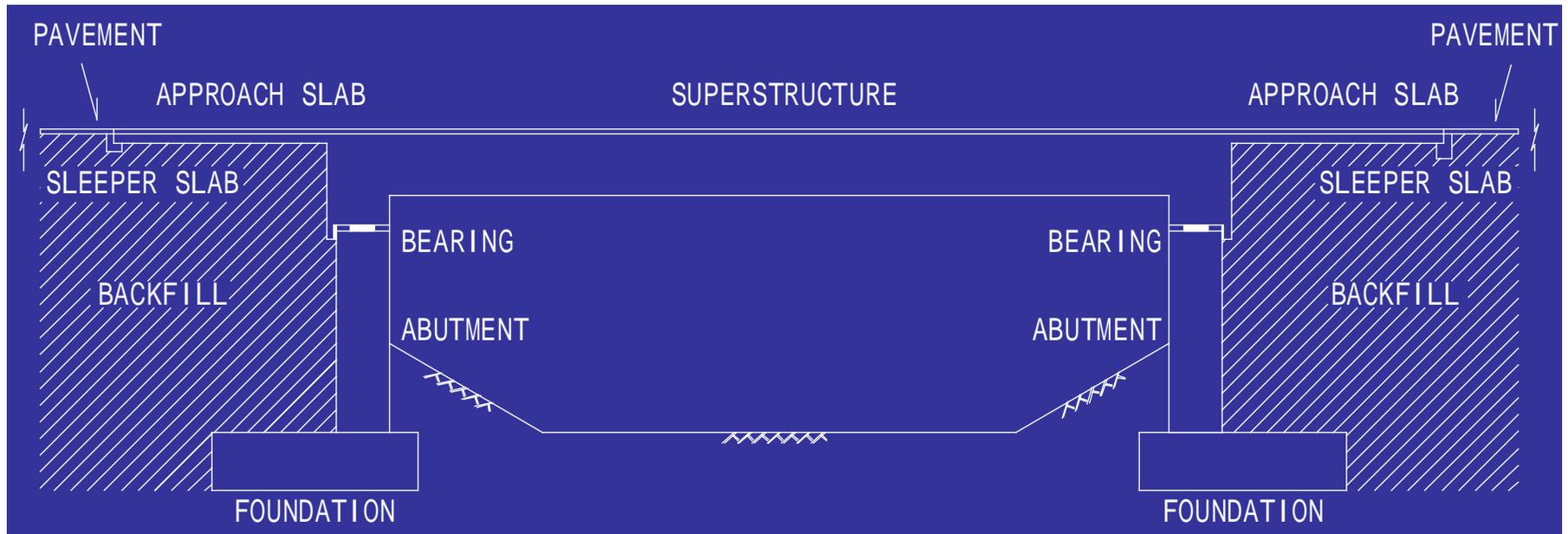


Integral Bridge

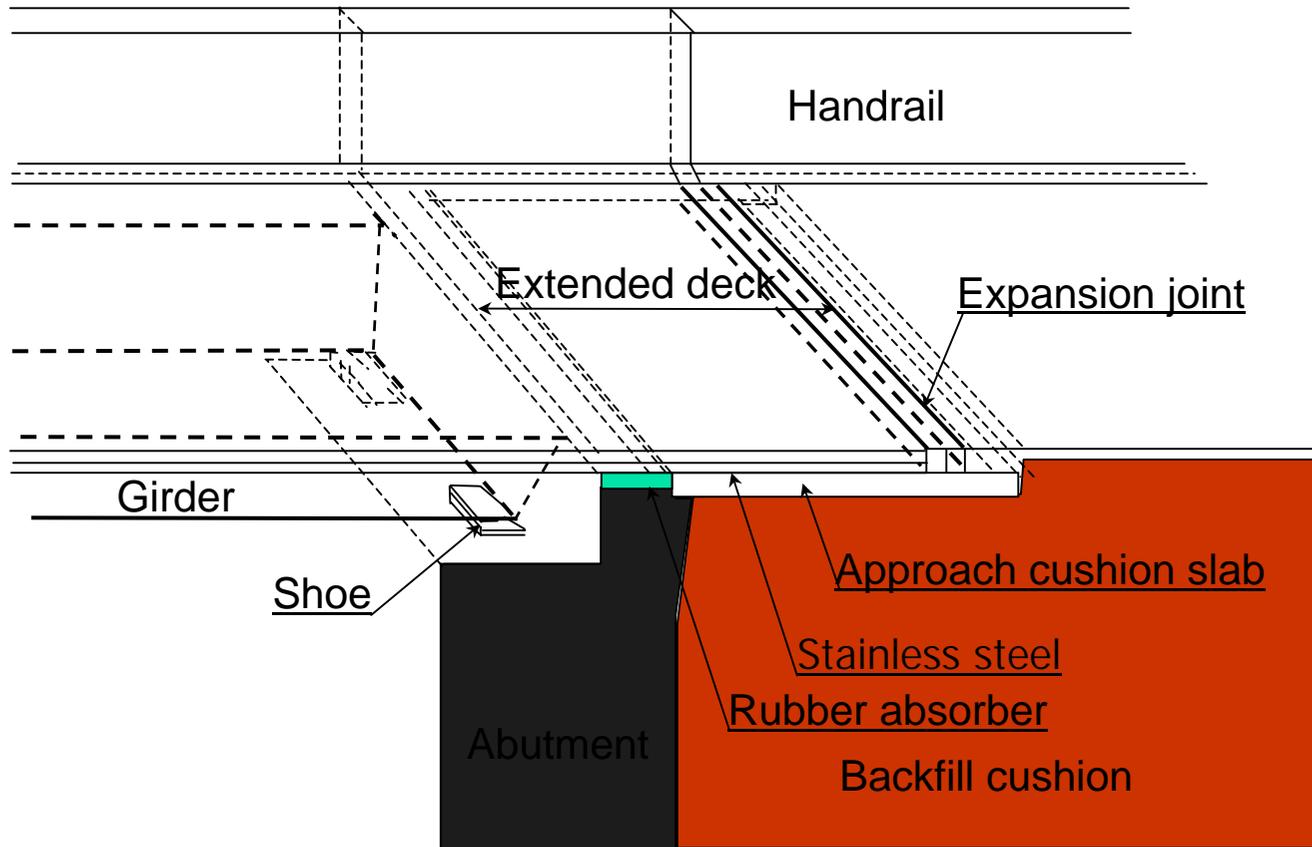
# インテグラル橋



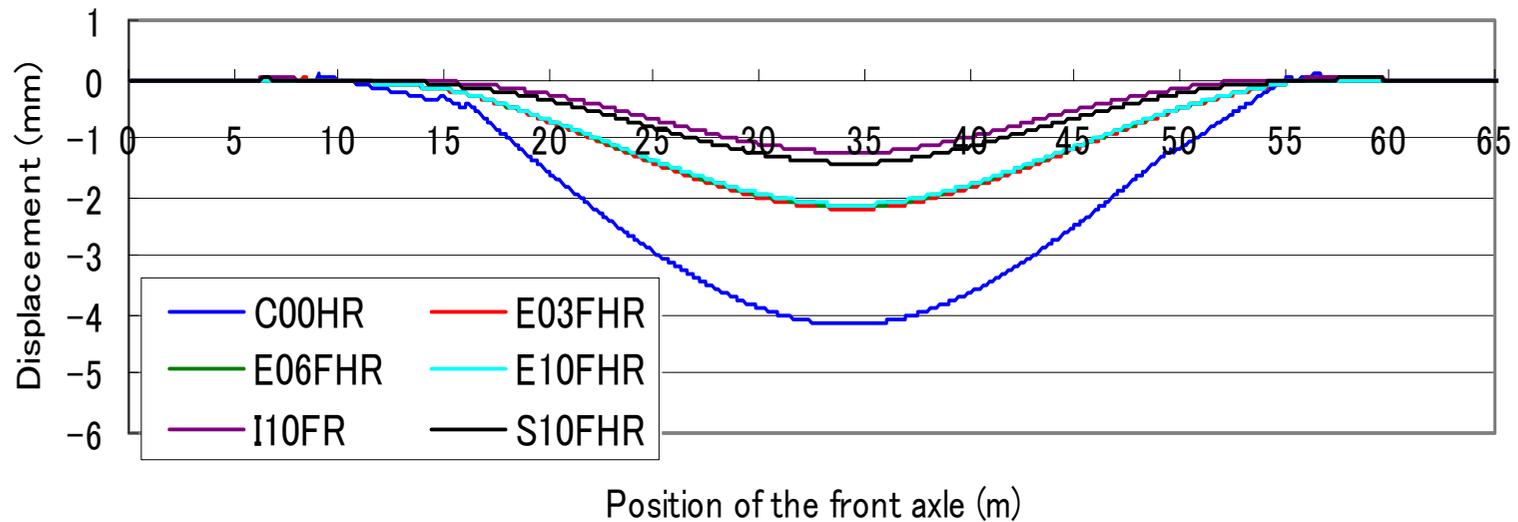
# セミインテグラル橋



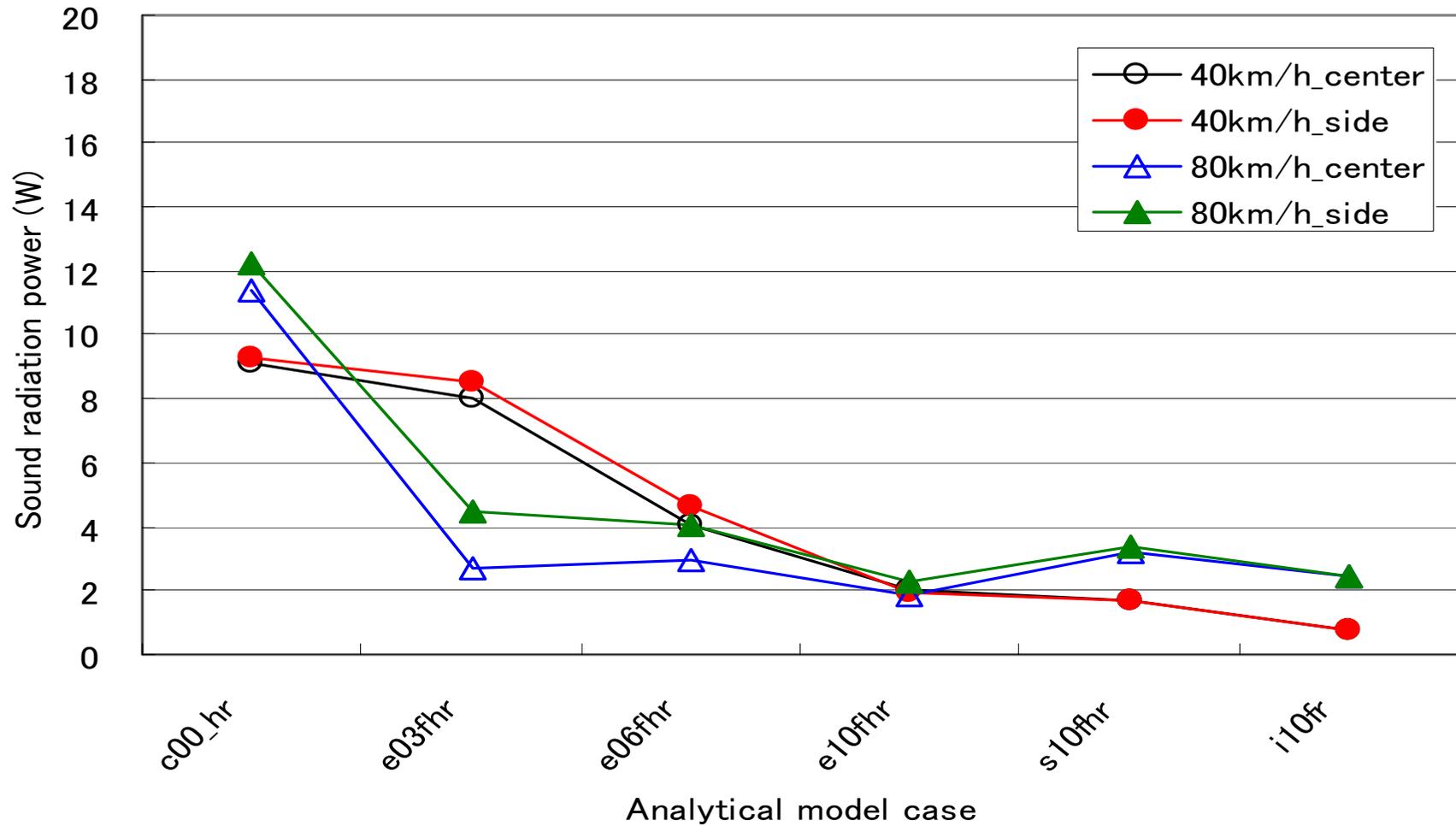
# 延長床版

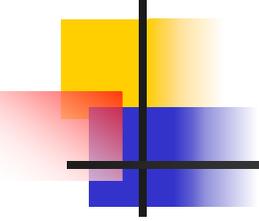


# 支間中央部の静的載荷によるたわみ



# 騒音の放射パワー (杭基礎モデル)

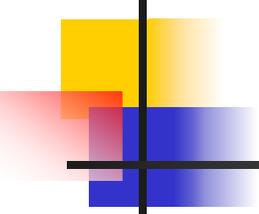




# まとめ

---

- (1)英国および北米ではインテグラル橋は広く採用されており、英国および北米の州によっては中小規模橋梁に標準的に採用されている。
- (2)英国および北米で標準的に採用されている適用支間は概ね50～60m程度である。
- (3)インテグラル橋に関する調査結果は、供用性・コスト・耐久性および維持管理性において高く評価されている。
- (4)わが国においても高速道路建設においてインテグラル橋の採用がなされるようになってきている。
- (5)インテグラル橋の採用が困難な橋梁への代替案としてセミインテグラル橋への採用が増加している。
- (6)インテグラルモデル・セミインテグラルモデル・10m以上の延長床版モデルともに低周波騒音に対して有効であることという結果を得た。

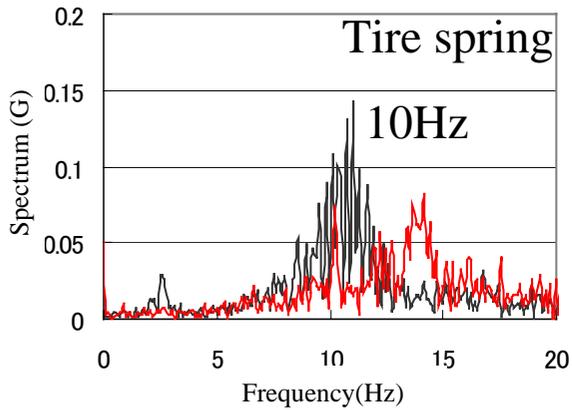
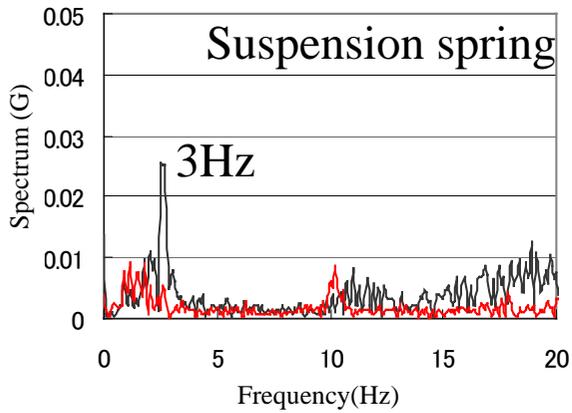


# 将来展望

---

- (1)海外や近年のわが国の事例から、60m程度以下の橋長の中小橋梁にはインテグラル橋が適用可能であり、少なくとも橋長60m程度以下の橋梁の構造計画の段階ではインテグラル橋の適用可能性を検討すべきである。
- (2)インテグラル形式およびセミインテグラル形式はともに優れた振動抑制効果を示しており、振動対策面からのインテグラル橋の利用を推奨したい。

# 大型車両の振動特性について

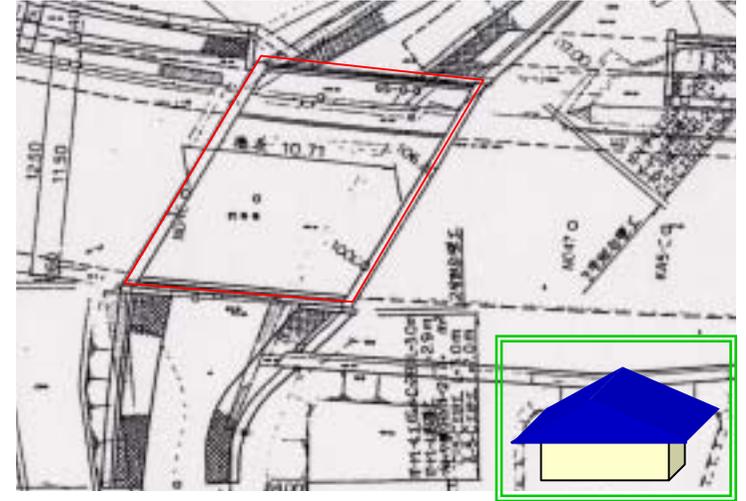
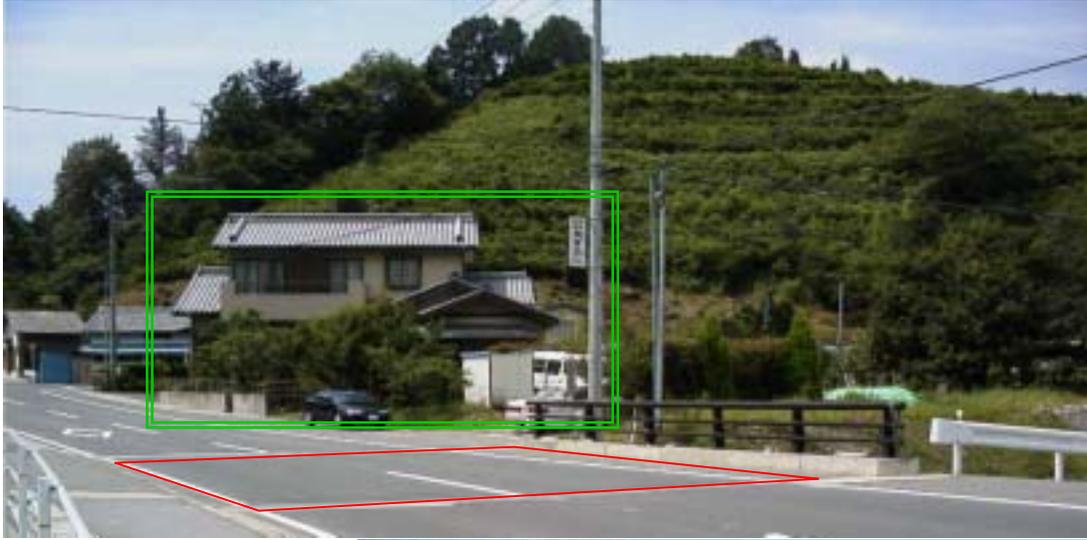


Leaf suspension

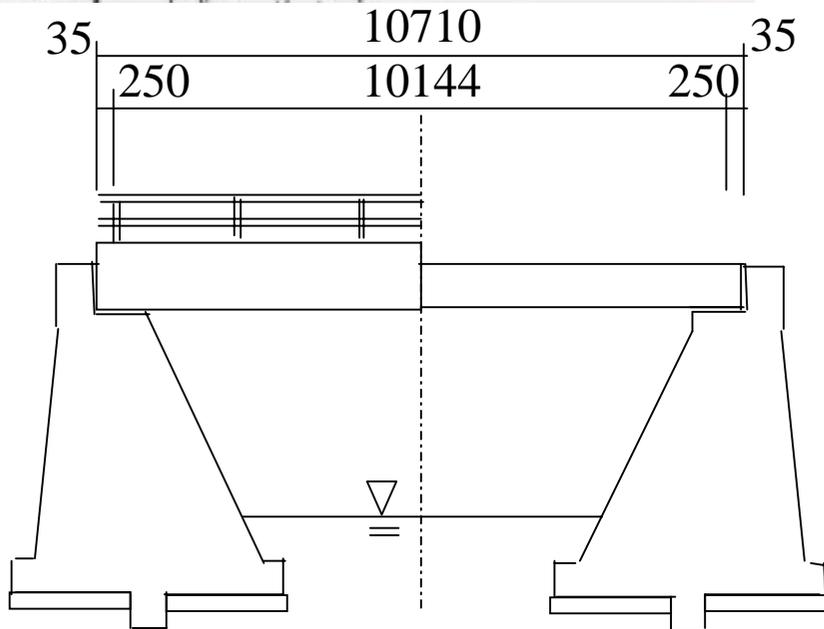
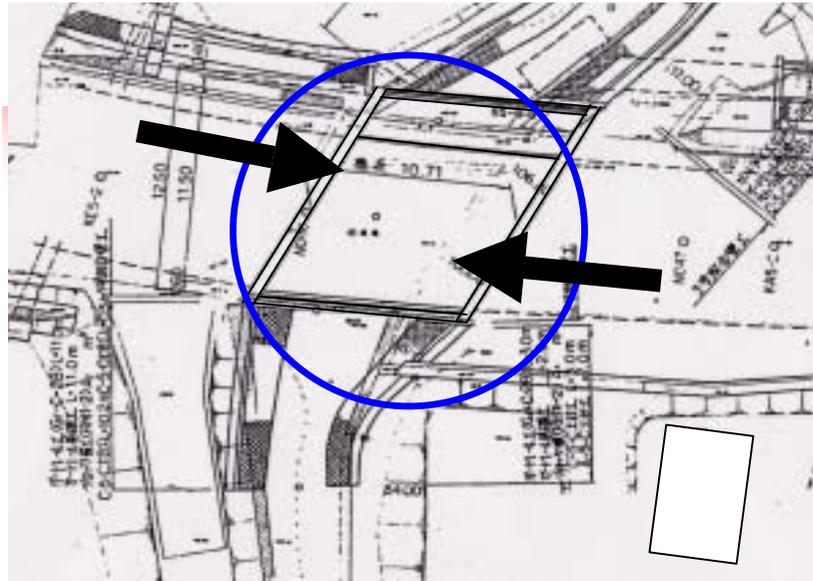


Air suspension

# 対象家屋



# 対象橋梁



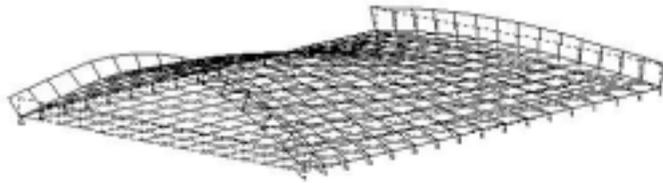
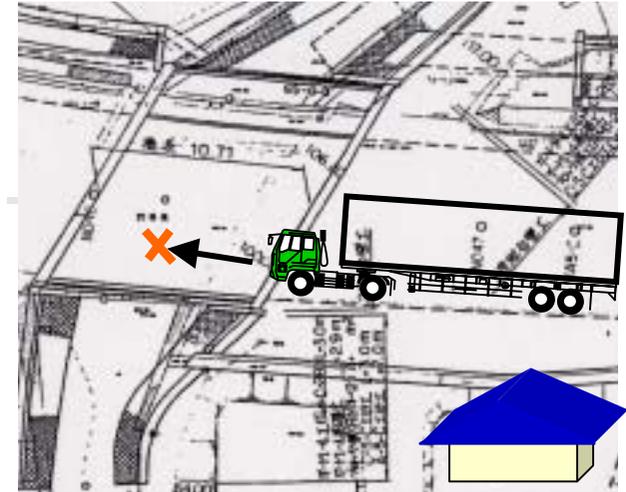
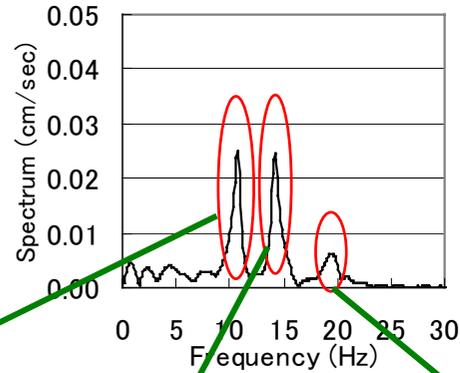
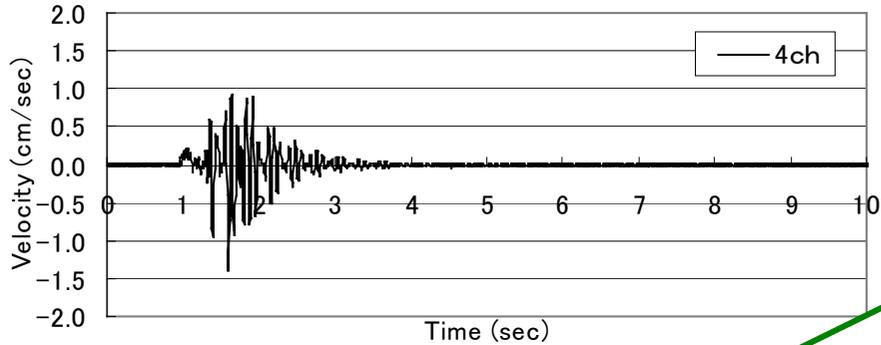
# 計測ポイント (橋梁側)



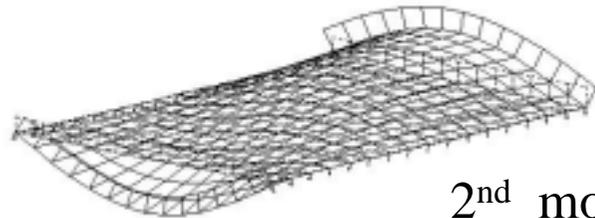
# 計測ポイント (家屋側)



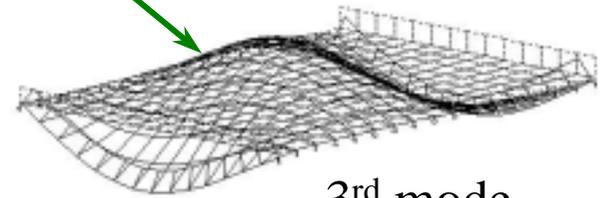
# 振動特性



1<sup>st</sup> mode  
10.8 ~ 11.2Hz  
0.023 ~ 0.026



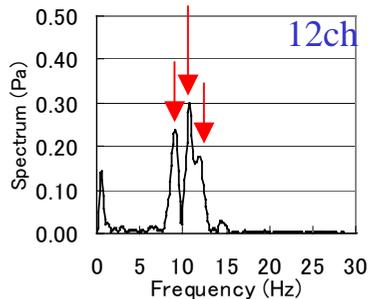
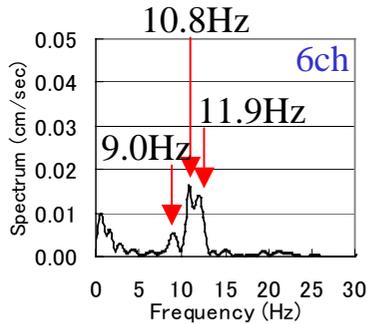
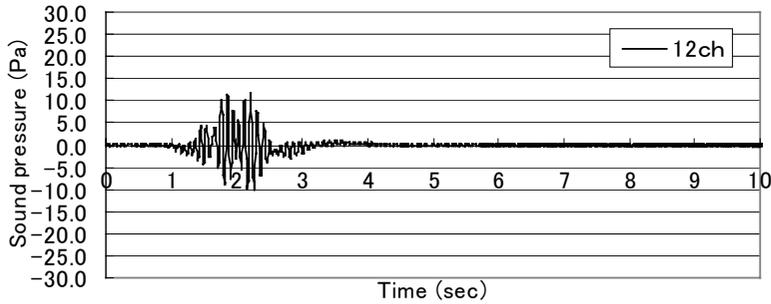
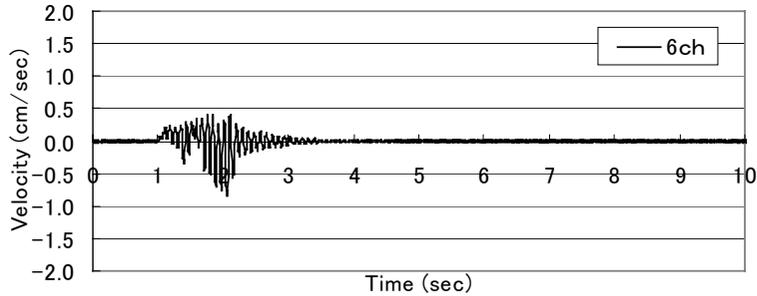
2<sup>nd</sup> mode  
14.3 ~ 14.4Hz  
0.018 ~ 0.022



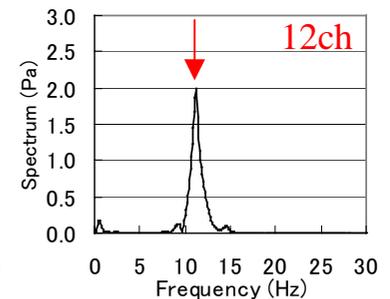
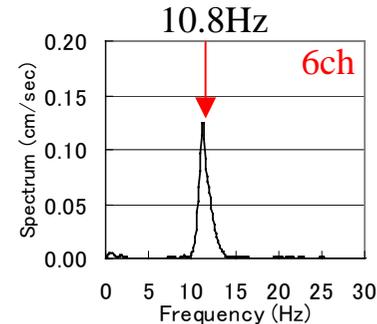
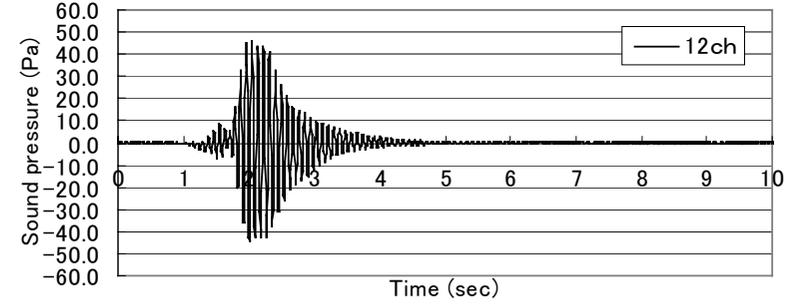
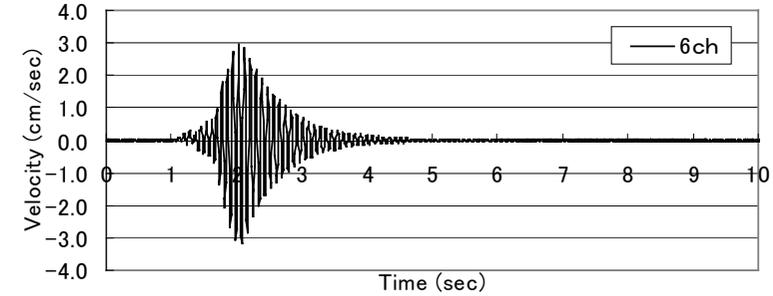
3<sup>rd</sup> mode  
19.9 ~ 20.4Hz  
0.027 ~ 0.029

# 共振·非共振

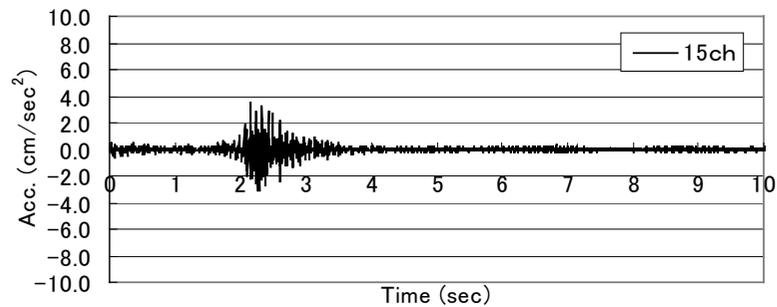
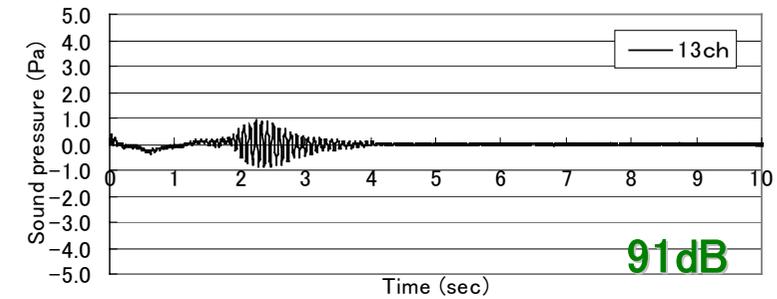
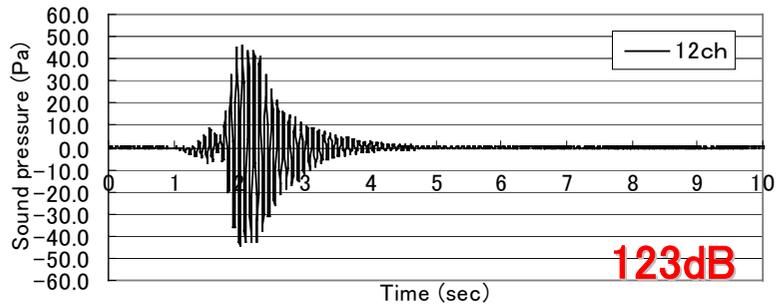
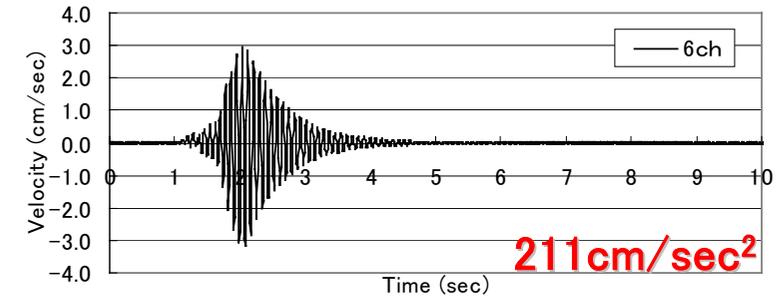
非共振



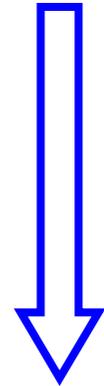
共振



# 応答値の時系列



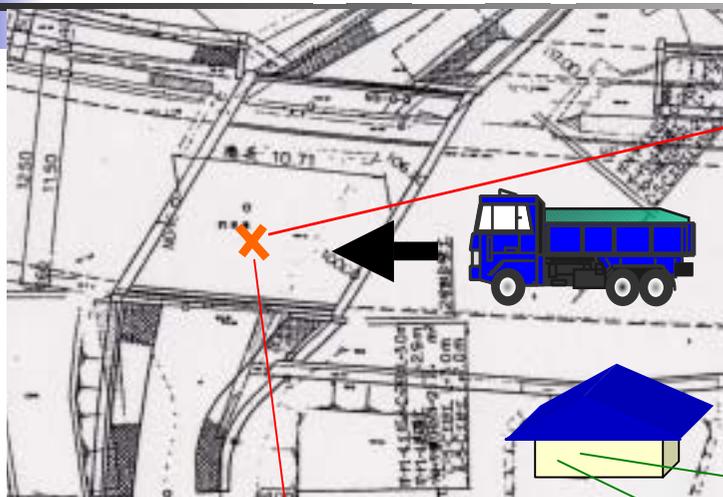
橋梁



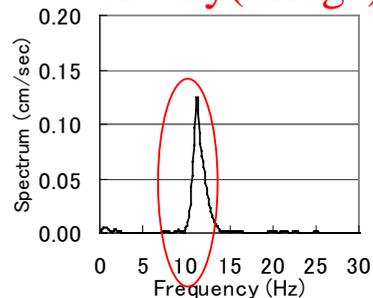
家屋



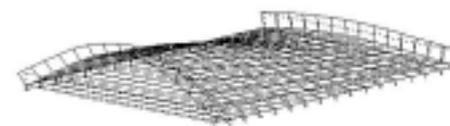
# 共振による影響



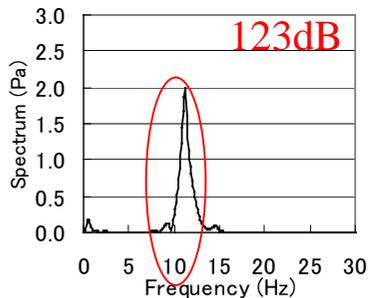
Velocity(bridge)



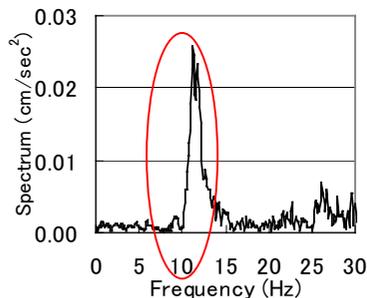
1st mode



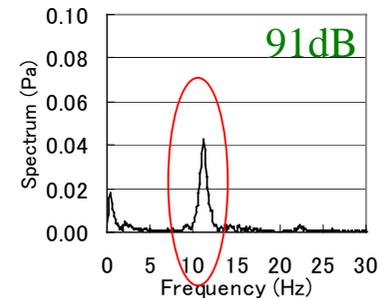
Infrasound  
(under the bridge)



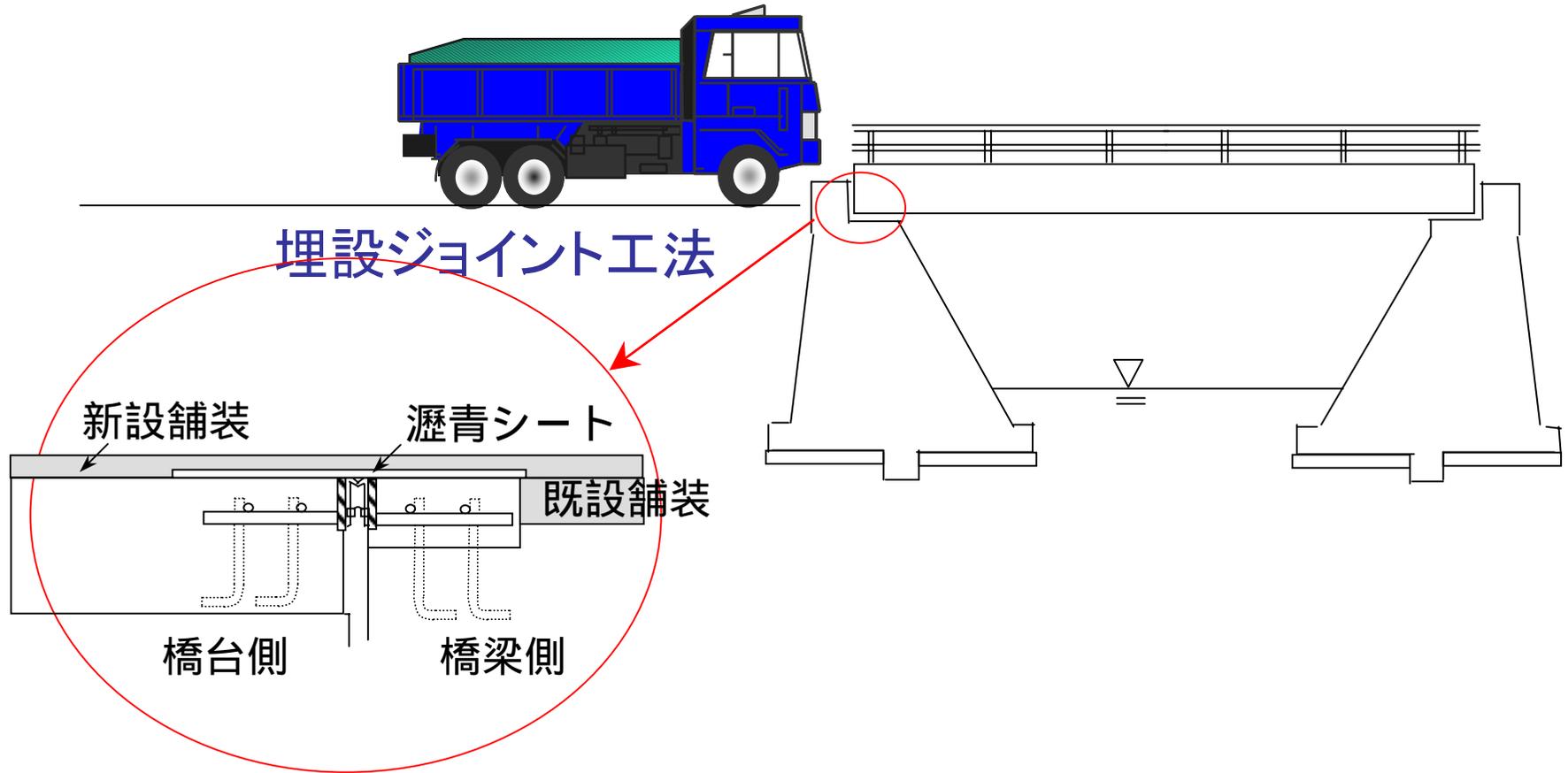
Acceleration  
(on the floor)



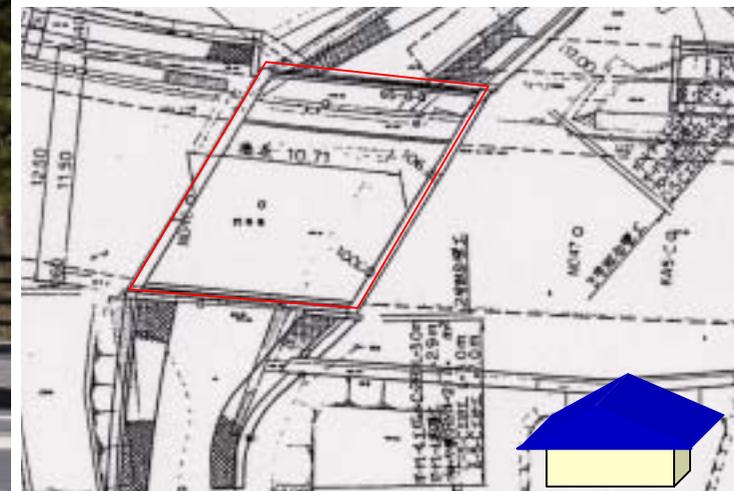
Infrasound  
(under the bridge)



# 振動対策



Before



After

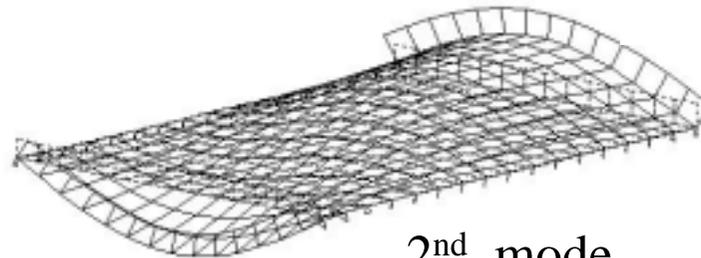


# 補修前後の振動特性

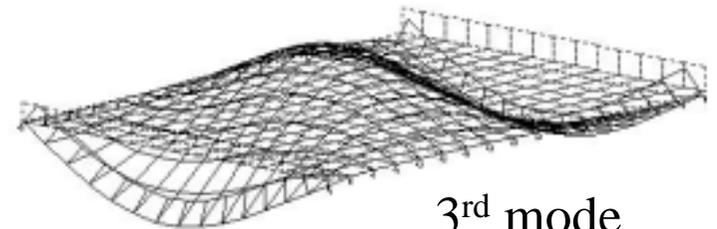
	Frequency (Hz)		Damping ratio	
	Before	After	Before	After
1st	10.8-11.2	12.9-13.1	0.023-0.026	0.037-0.048
2nd	14.3-14.4	15.5-16.0	0.018-0.022	0.030-0.041
3rd	19.9-20.4	22.0-23.4	0.027-0.029	-



1<sup>st</sup> mode



2<sup>nd</sup> mode



3<sup>rd</sup> mode

# 補修前後の共振応答

