

## 第 4 回 定 期 研 究 会



## 平成18年度 第4回定期研究会 議事録

日時 : 平成18年10月24日(水) 14:30~17:30  
場所 : 愛知工業大学 本山キャンパス 2階 多目的室B  
出席者 : 55名 (参加者多数のため、出席者の氏名は省略)

### <講演内容> 「伸縮装置の設計と耐久性評価に関するセミナー」

#### 1. 伸縮装置の概要と疲労耐久性評価方法の提案

講演者 : 名古屋大学 山田健太郎

現在までに日本の道路橋に使用されている伸縮装置の概要と設計基準の変遷について、解説がなされた。また、伸縮装置の問題点として、漏水がもたらす桁本体の腐食の問題、鋼製フィンガージョイントにおける疲労破壊の問題などについて、具体例を挙げて解説がなされた。特にビーム型ジョイントについては疲労損傷の事例と、その評価方法についての具体的な提案が行われた。

#### 2. 高速道路橋の伸縮装置に対する取り組み

講演者 : NEXCO 中日本 中央研究橋梁研究所 酒井修平

高速道路橋の伸縮装置について、以下の3点からの説明がなされた。

- ・ 高速道路橋の伸縮装置の概要
- ・ 高速道路橋の伸縮装置の現況と問題点
- ・ NEXCO 中日本の伸縮装置に対する取り組み

現状では橋梁の維持補修の担当者が、各事務所に1~2名程度しかおらず、維持管理費が年々増大傾向にあり、維持管理コスト削減の必要性が高まっていることが説明された。また、現況と問題点では、実際に大きな問題となった事例を取り上げ、伸縮装置は非常に重要な付属物であり、損傷すると通行止めや事故に繋がる危険があることの報告をされた。これらの問題により、NEXCO では、性能照査に関する取り組みを積極的に行っており、そのための各種試験を実施している(走行性能試験、伸縮性能試験、疲労耐久性試験)。

最近では、これらの成果として、延長床版システム、ダブル埋設ジョイントシステム、インテグラルアバット、ポータルラーメン構造などを取り入れている。

#### 3. 欧州のビーム型ジョイントの設計と疲労耐久性の評価

講演者 : マウラー社 極東技術営業 W. Fobo

ドイツ国内では70%のシェアを持つマウラー社のW. Fobo氏より、橋梁用伸縮装置の欧州での動向、設計思想、疲労対策、騒音対策について説明がなされた。その中で、欧州では、第三者機関が試験を実施し、その性能を評価して、政府の要求を満たしているかどうか確認を行っている。また、ドイツでは、政府の要求事項をクリアする伸縮装置は、ビーム型ジョイントのみであり、フィンガージョイントが多い我が国との相違がある。

欧州においてもビーム型ジョイントは、疲労破壊が発生しており、現在では、設計に疲労が取り入れられている。また、疲労設計にて用いられるS-N線図は日本の疲労設計指針と異なり、勾配の変化点が2箇所となっているなどについても説明があった。

近年のビーム型ジョイントは低騒音型が普及しており、現場での低騒音型への補修工事なども行われている。低騒音型の騒音低減効果は、従来タイプと比較して、7db程度である。

今回の定期研究会では、発注者側および海外メーカーから講演者をお迎えしたため、SGST 会員のみならず非会員の方についても多くの参加者に参加いただき、活発な質疑応答が行われた。以上//

## 伸縮装置の設計と耐久性評価に関するセミナー

日程：2006年10月24日（火） 14時30分～17時30分

場所：愛知工業大学 本山キャンパス 大会議室

人数：50人程度（SGST会員は無料. SGST会員以外は，資料代2000円を徴収）

### セミナーの内容

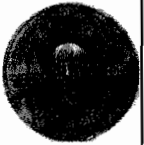
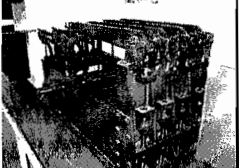
1. 道路橋の伸縮装置の現状と疲労耐久性評価の一例 40分  
講師：名古屋大学 山田健太郎 先生
  - ・ 趣旨説明
  - ・ 伸縮装置の現状，使われているタイプ
  - ・ 伸縮装置の設計の考え方
  - ・ 損傷事例と取替えの方法（維持・管理）
  - ・ ビーム型伸縮装置の疲労耐久性評価方法の提案
  
2. フィンガージョイント，伸縮量の少ないものから大きいものなど 40分  
講師：NEXCO 中日本 中央研究所橋梁研究室 酒井修平氏
  - ・ JH 日本道路公団，NEXCO における伸縮装置の考え方
  - ・ 伸縮装置の設計の考え方，将来の性能設計の考え方
  - ・ 過去の損傷事例と対策，など
  
- 休憩 20分
  
3. 欧州のビーム型ジョイントの設計と疲労耐久性の評価 1時間  
講師：W. Fobo 氏，マウラー社，極東技術営業
  - ・ 欧州の伸縮装置の動向
  - ・ ミヨー橋などの大きな伸縮量を必要とする伸縮装置の例
  - ・ 低騒音型の伸縮装置
  - ・ ビーム型ジョイント（マウラー，マゲバなど）の形状，伸縮量，設計の考え方
  - ・ 疲労耐久性評価の考え方
  
4. 質疑応答 20分



### 伸縮装置の概要

1. 伸縮装置の概要
  - 種類
  - 設計の考え方
  - 損傷事例
2. 伸縮装置の耐久性, 疲労設計
  - 荷重(輪重) → 疲労強度
  - 耐久性評価手法の提案
  - 安全率

ヴェーラーmedal

Wöhlerヴェーラーの用いた疲労試験機

### 伸縮装置の種類

**荷重支持式**

鋼製      フィンガー, など


ゴム製

ビーム式   マウラー, マゲバ, など

**突合せ式**

アングル

ゴム, 鋼補強, など



### 昭和39年(1964年) 鋼道路橋設計示方書, 同製作示方書, 解説

主桁の支点	68条	単純ゲタで1mにつき1mm
支承	69条	鑄鋼製支承
支承に作用する負の反力	70条	
伸縮支承	71条	
ローラー	72条	
アンカーボルト	73条	
伸縮装置の記述は?		

当時, 名神, 東名のフィンガージョイントの設計を検討 (設計の考え方, 実験, 衝撃値  $i=1.0$  など)

### 道路橋示方書の規定 昭和48年(1973)

**2.5 伸縮装置**

伸縮装置は, 設置する道路の性格・橋の形式・必要伸縮量を基本として, 全体的な耐久性・平坦性・排水性と水密性・施工性・補修性・経済性などを考慮して定める。

なお, 伸縮装置の設計・施工には, 「道路橋伸縮装置便覧(日本道路協会)昭和45年」を参考とするのが良い。

### 道路橋示方書の規定 平成8年(1996)

**4章 支承部・橋梁用防護柵・伸縮装置等**

**4.6 伸縮装置**

伸縮装置は, 設置する道路の性格, 橋の形式, 必要伸縮量を基本として, 全体的な耐久性, 平坦性, 排水性と水密性, 施工性, 補修性, 経済性などを考慮して定める。

なお, 伸縮装置の設計・施工には, 「道路橋伸縮装置便覧(日本道路協会)」を参考とするのが良い。

## 道路橋示方書の規定 平成14年(2002)

性能照査

### 4章 支承部・伸縮装置

#### 4.2 伸縮装置

伸縮装置は、以下の性能を満足するよう、適切な形式、構造及び材料を選定するものとする。

- (1) 橋の変形に対して、路面の平坦性を確保。
- (2) 耐久性(腐食、疲労) → 手法?
- (3) 水密性
- (4) 騒音、振動が極力発生しないように配慮
- (5) 施工、維持管理及び補修の容易さに配慮
- (6) 耐震設計は、耐震設計編の規定による

## 伸縮量の小さい伸縮継手

突合せ式 50mm以下



荷重支持式の一部

100mm以下



排水装置の脱落

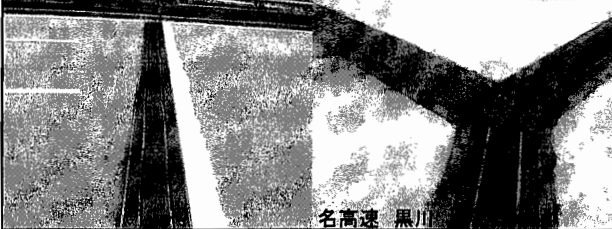
非排水?

## ゴム式

- 騒音対策
- 耐久性は低い



金沢 御影橋



名高速 黒川

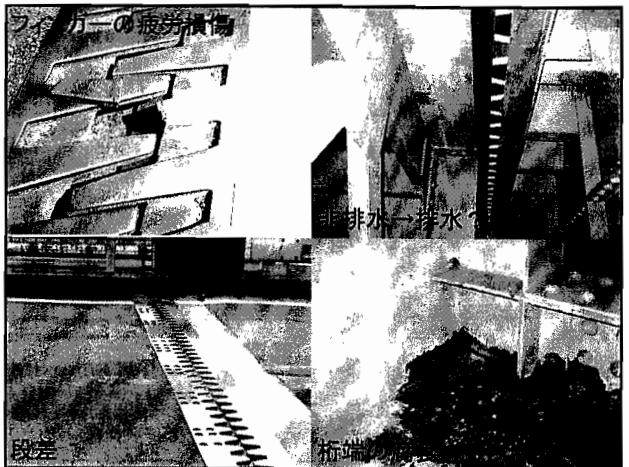
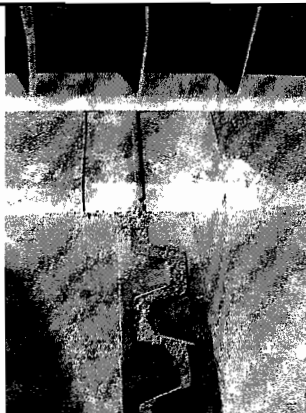
## フィンガージョイント



天白扇川橋

## フィンガーの問題

- 土砂の浸入
- 排水装置の故障
- フィンガーの疲労損傷
- 他の影響
- 桁の移動による「せり」
- 支承の不具合
- 大地震時の挙動?



フィンガーの疲労損傷

非排水?

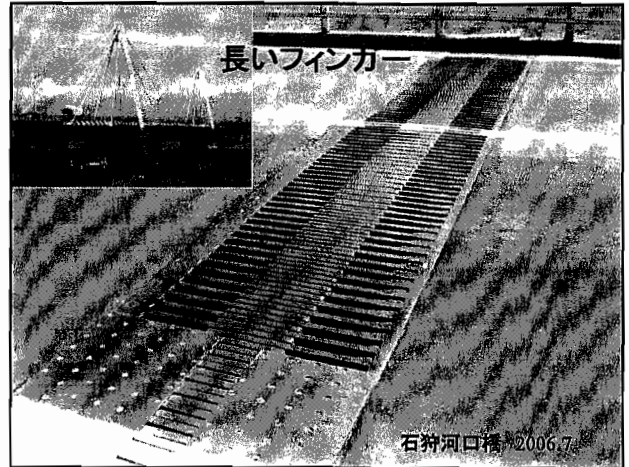
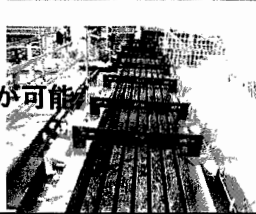
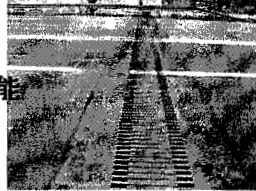
段差

桁端

伸縮量の大きい伸縮継手

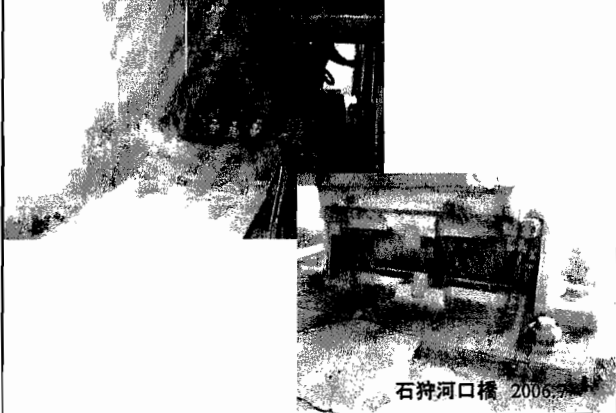
フィンガー 400mm以下  
最近は大きなものも可能

ビーム型(モジュラー型)  
1850mm以下  
構造的には、長いものが可能



石狩河口橋 2006.7

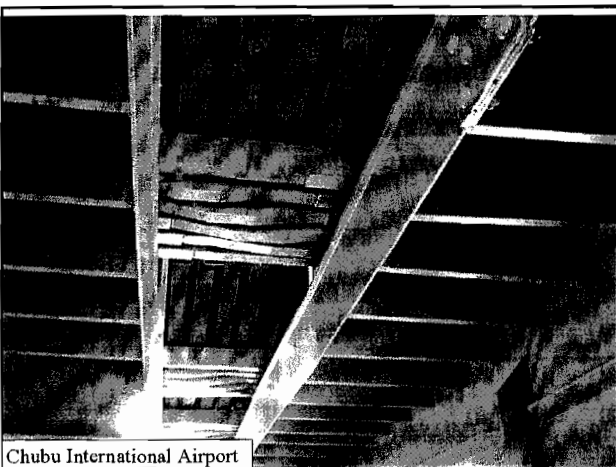
フィンガージョイントからの漏水による腐食



石狩河口橋 2006.7



Chubu International Airport



Chubu International Airport



Chubu International Airport

## 伸縮装置の疲労耐久性評価法

2005年3月 八木貴之(現川田工業) 修論

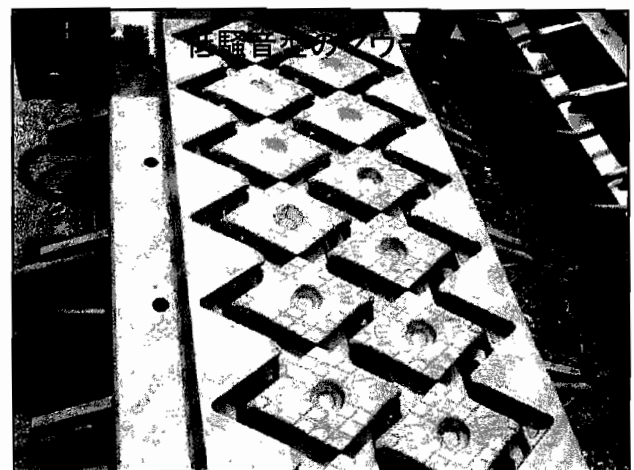
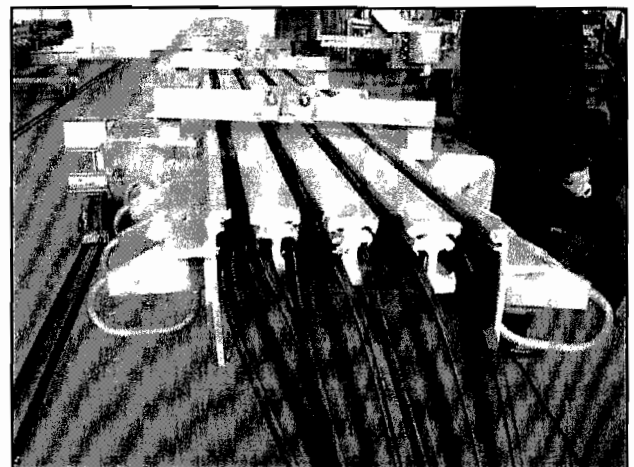
### 疲労耐久性評価手法

- ・荷重と繰返し数
- ・継手強度(疲労試験, 解析的な評価方法)
- ・伸縮装置の特性を考えた評価方法  
(例としてモジュラー式の伸縮装置)

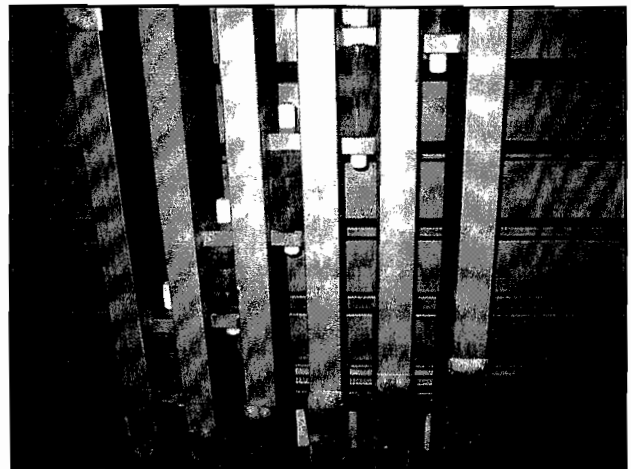
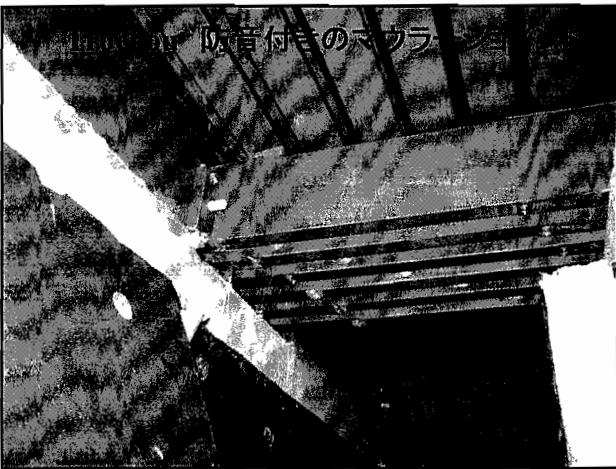
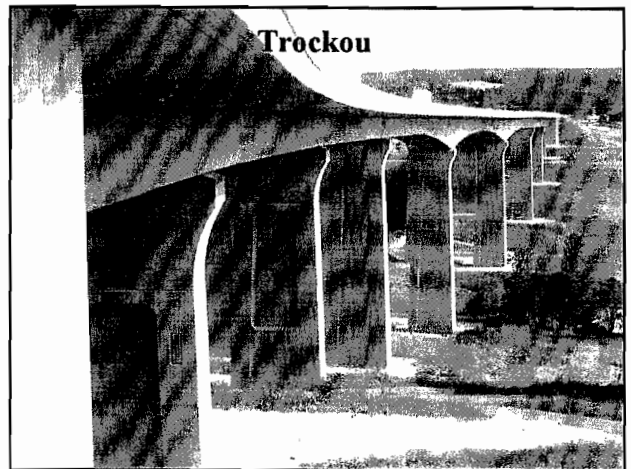
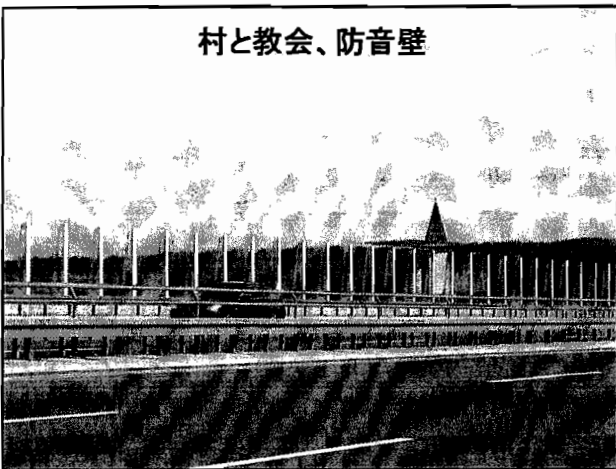
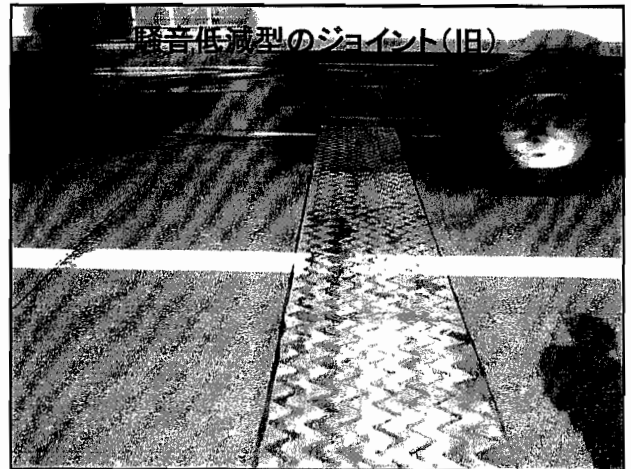
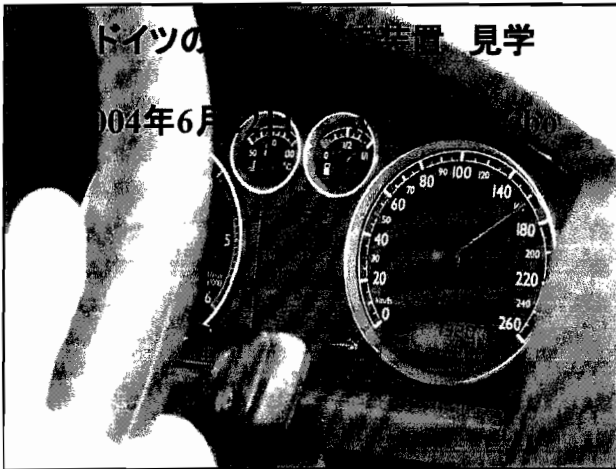
八木修論

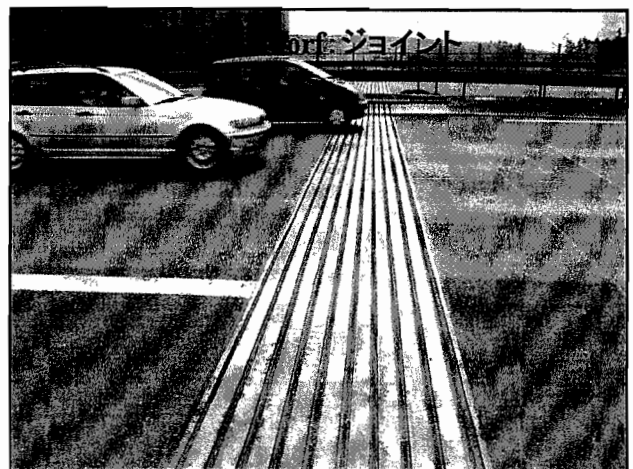
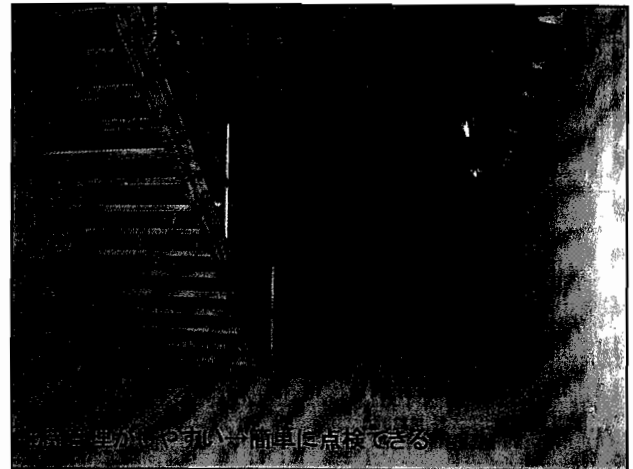
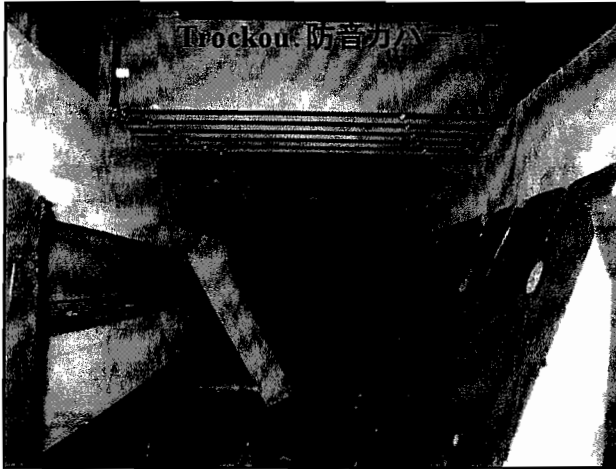
## 伸縮装置の問題

1. 道路橋の伸縮装置は、維持管理の盲点  
いわゆる2次部材的な扱い  
実は、維持・管理の重要ポイント  
補修や取替えには、交通止めを伴う
2. 性能照査型の設計が、見直す良い機会
3. 疲労耐久性の評価  
要求性能は、平成14年の道路橋示方書に明示  
ただし、条件(輪重, 繰返し数, 寿命, その他)は明示されていないのでは。  
BWIMIによる軸重実態 → 今後も損傷が発生？

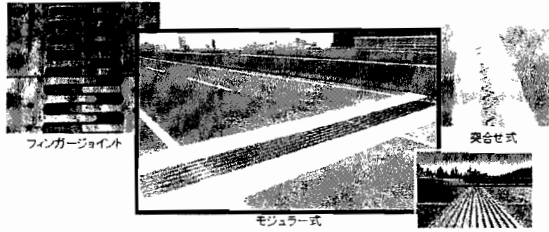








## モジュラー式伸縮装置の疲労耐久性評価



名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻  
山田健太郎, 八木貴之(現川田工業), 小塩達也

## 疲労耐久性評価手法の基礎

疲労の3要素を明らかにする

応力範囲

$\Delta\sigma$  MPa

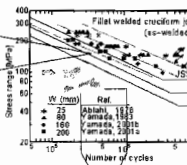
繰返し数

$N$  回/日

S-N線図

輪重, 軸重

継手の疲労強度  
荷重非伝達十字すみ肉継手



$$\text{疲労寿命 } Y \text{ 年} = N_f / N / 315$$

$N_f$   
破断繰返し数

## 疲労耐久性評価手法の展開

疲労の3要素を明らかにする

応力範囲

繰返し数

S-N線図

等価軸重  $W_{eq}$

等価繰返し数  $N$

↓ 動的な荷重伝達効果

評価軸重  $W$

STEP 1

基本解析モデル (BEAM3D)

STEP 2

$\Delta\sigma_A$

$\Delta\sigma_B$

$\Delta\sigma_C$

き裂Type毎の公称応力範囲

STEP 3

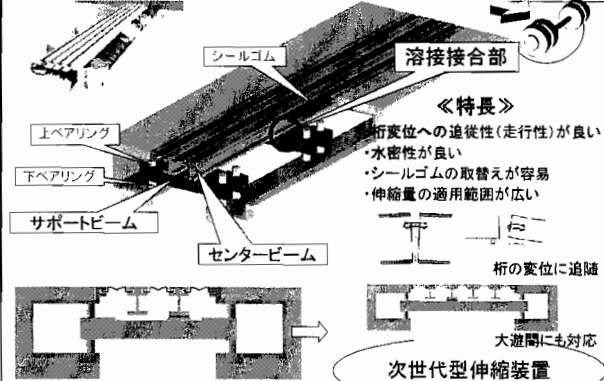
1mm法の適用

有限要素解析

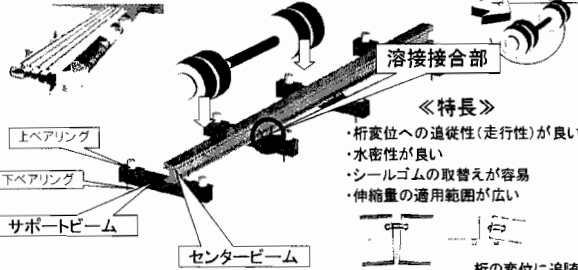
↓

き裂Type毎のS-N線図

## モジュラー式伸縮装置



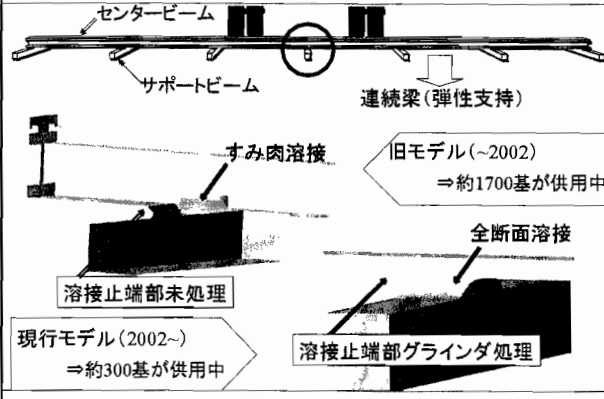
## モジュラー式伸縮装置

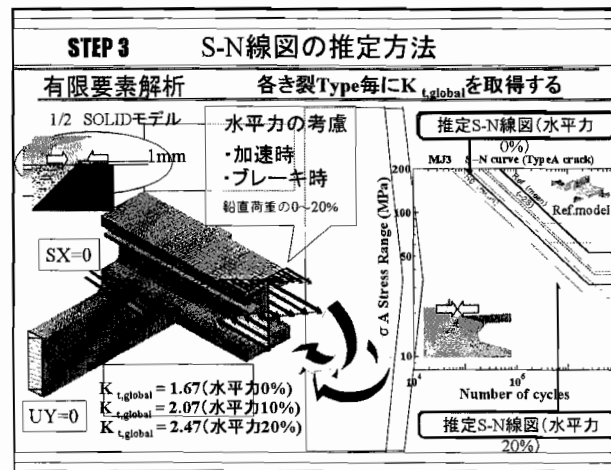
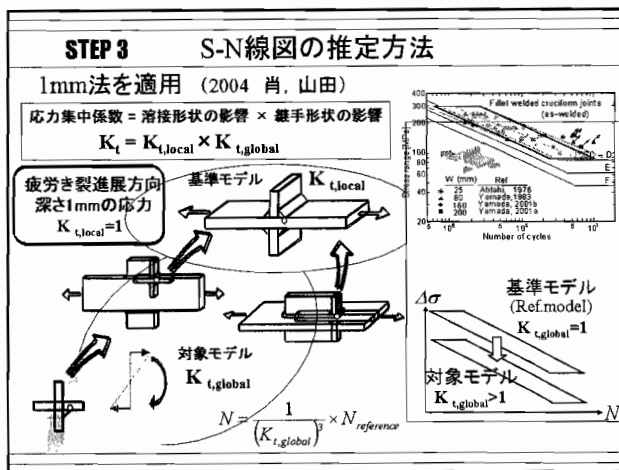
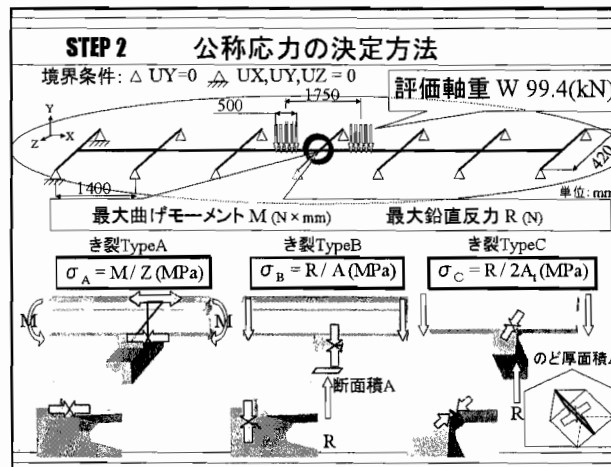
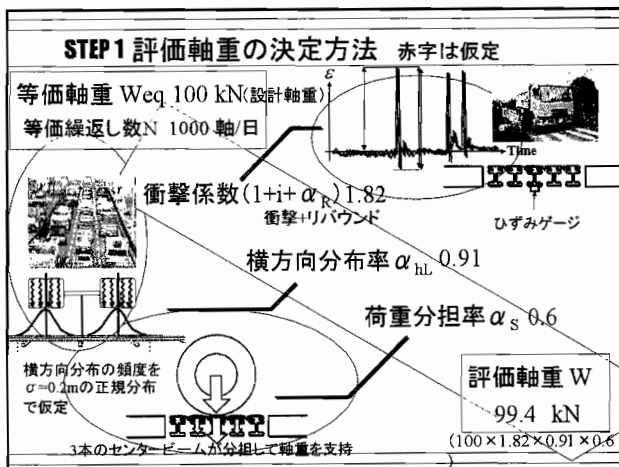
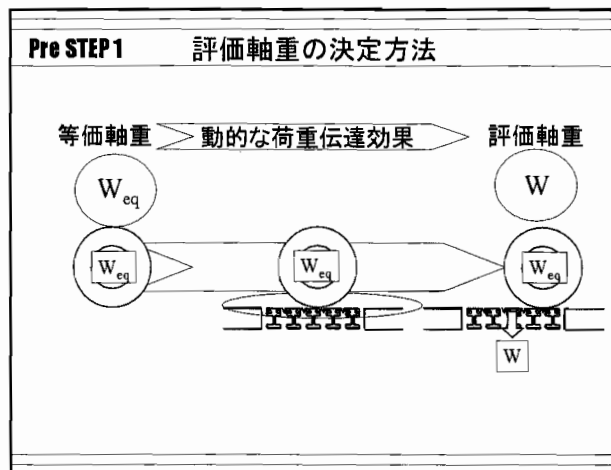
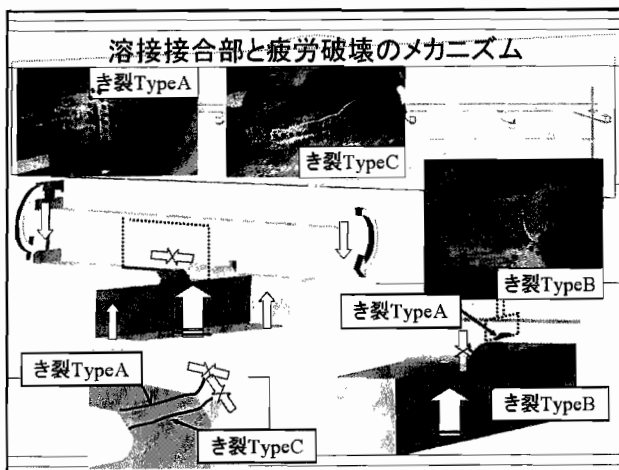


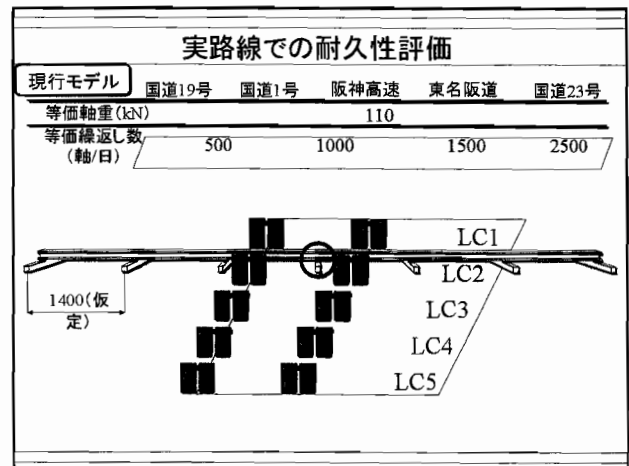
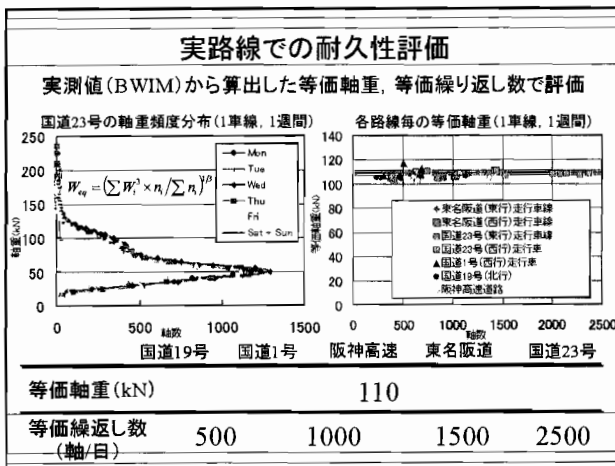
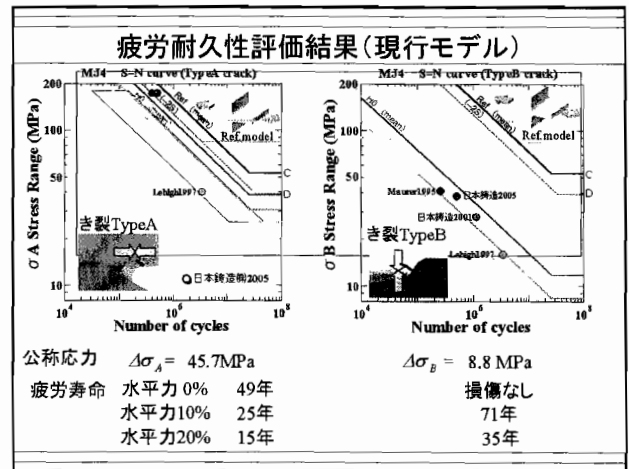
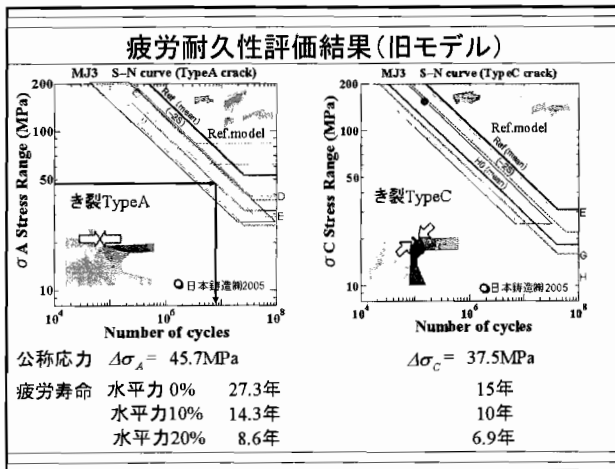
溶接接合部からの疲労損傷例が報告されている

平成14年 永井川橋梁 (関越自動車道) 供用後20年  
平成14年 岡谷高架橋 (長野自動車道) 供用後16年  
他

## 溶接接合部と疲労破壊のメカニズム







### 疲労耐久性評価結果(実路線)

現行モデル

国道19号	国道1号	阪神高速	東名阪道	国道23号
等価軸重(kN)	110			
等価繰返し数(軸/日)	500	1000	1500	2500
LC1	43年	22年	14年	9年
LC2	48年	24年	16年	10年
TypeAき裂 LC3	100年	49年	33年	20年
LC4	損傷なし	損傷なし	損傷なし	損傷なし
LC5	損傷なし	損傷なし	損傷なし	損傷なし
TypeBき裂 LC1	120年	60年	40年	24年
LC2				
LC3				
LC4				
LC5				

水平力10%考慮

