



## 鉄道鋼箱桁橋桁端切欠部の疲労損傷対策 (ICR、PPP処理)

京阪電気鉄道株式会社  
高橋 真矢

[協力いただいた皆様]

監修：京橋ブリッジ(株) 山田氏、公門氏、鳥山氏

計測：(株)レールテック 松本氏、七村氏

技術指導：岐阜大学 木下准教授  
名古屋大学 館石教授・清水助手

### 発表の概要



ゲルバー支点上の桁端切欠き部に発生した疲労き裂に対し、  
ICR・PPP処理を実施し、応力測定によりその効果を確認した。



## 発表の流れ



1. き裂の概要
2. 対策の考え方
3. 応力測定
4. ICR、PPPの施工
5. ICR、PPPの効果

## 対象橋梁



### [位置]



## 対象橋梁



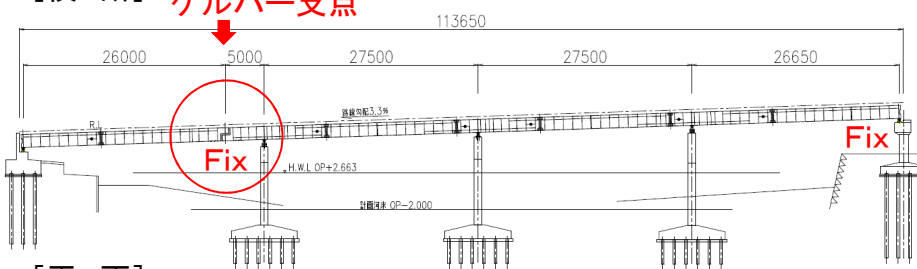
- [名称] 京阪本線 寝屋川橋梁(上B線、下B線)
- [架設年] 昭和45年10月(経年47年)
- [形式] 単線鋼上路箱桁
- [橋長] 4径間 113M65(31M+27M5+27M5+26M65)



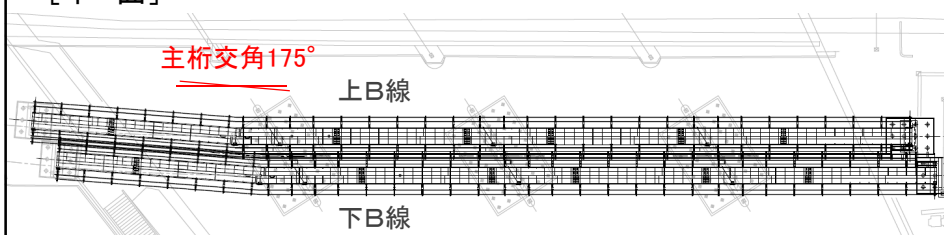
## 対象橋梁

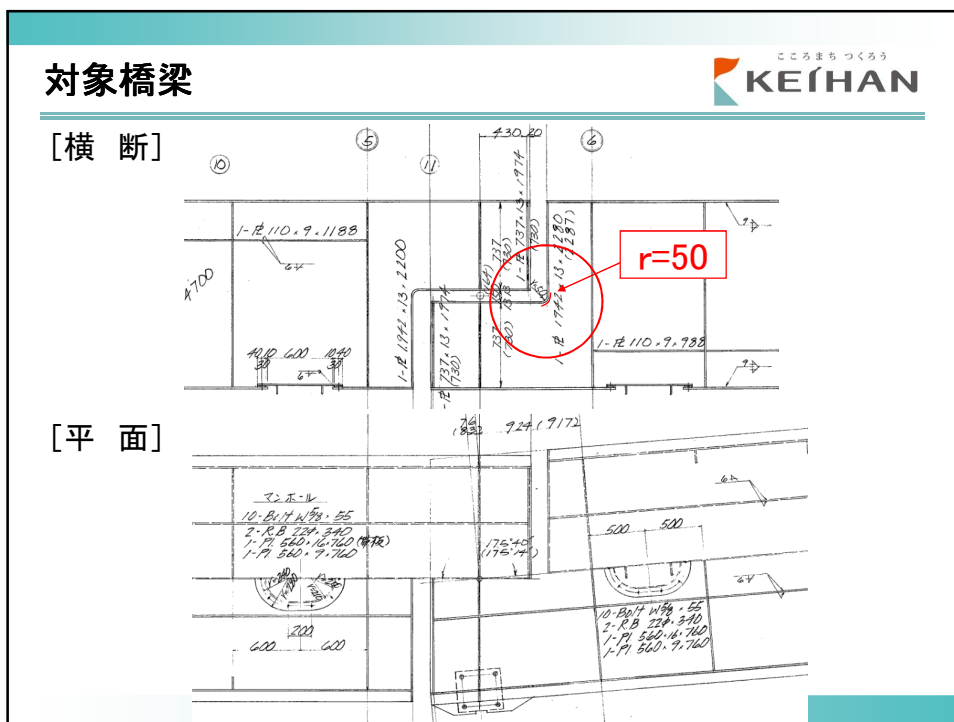
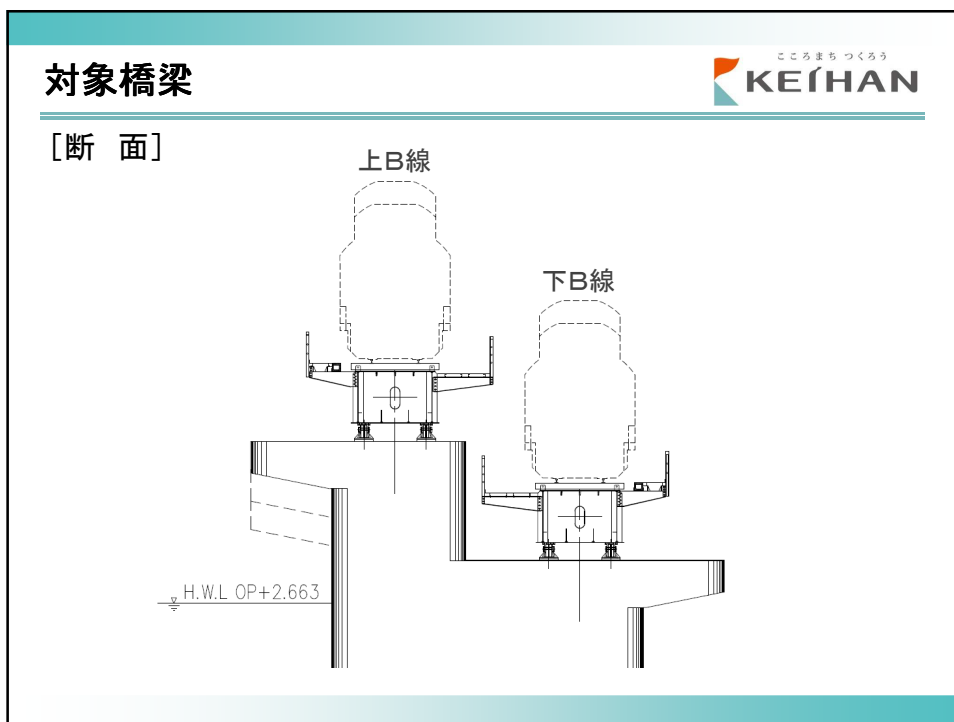


[横断] ゲルバー支点



[平面]





## き裂発生状況



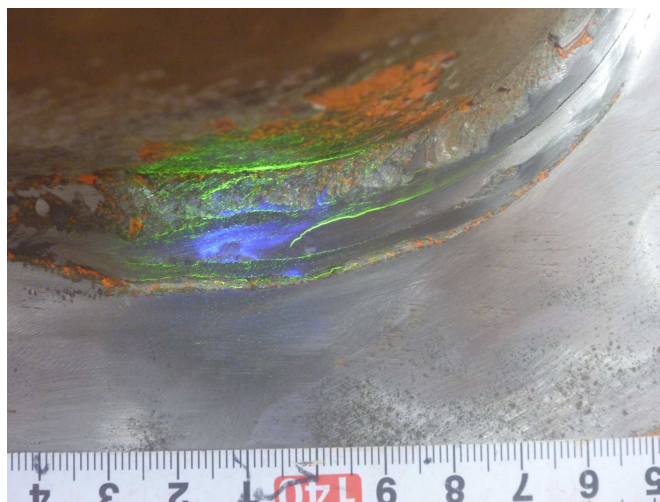
[き裂発生状況]



## き裂発生状況



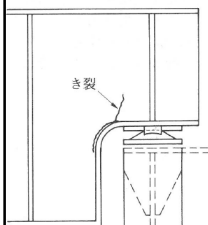
[き裂発生状況]



## 対策の考え方



[鋼構造物補修・補強・改造の手引き(鉄道総研、H4)]



### 2. 対策の基本的考え方

- ① き裂の進展が早い場合は、応急処置としてストップホールを設ける方法がある。また、き裂が腹板に進展した場合は、溶接で補修後当板で補強する。
- ② 本格的な補修は、き裂をはつり取ったあと、曲線部がすみ肉溶接の場合は全域をガウジングし、完全溶け込み溶接する。さらに応力の程度によっては補強リブ等も併用する必要がある。

### 3. 補修方法

き裂が溶接ビード部に留まっている場合は、き裂部をアークエアーガウジングではつりとった後溶接する。この場合、曲線部の溶接がすみ肉溶接の場合はガウジングし完全溶込みとする。

き裂が腹板に進展した場合は、まず磁粉探傷等でき裂の先端を確認する。そして、き裂の先端より20~30mm程度先までアークエアーガウジングではつり取った後溶接を行い、当板(腹板と同強度、同程度の板厚で、き裂部分を十分覆うことのできるもの)等で補強する(図1~3)。この場合も曲線部の溶接は完全溶込みとする。

補強リブによる対策についてはさらに検討を行なっている。

## 対策の考え方



[一般的な対策]

**再溶接**による き裂の除去 + 応力状態に応じて当板  
※ウェブまで進展している場合など



再溶接 (完全溶込み) ... 死荷重の仮受けが困難  
現場での品質確保が困難

[今回の対策]

**当板**により発生応力を低減させる

対策としては十分と思われるが、き裂はそのまま残る  
➡ 基本メニューである **き裂対策** を何かできないか？

### 対策の考え方

KEIHAN こころまちつくろ

[対策の流れ]

現況

↓

ICR、PPP処理

↓

当板

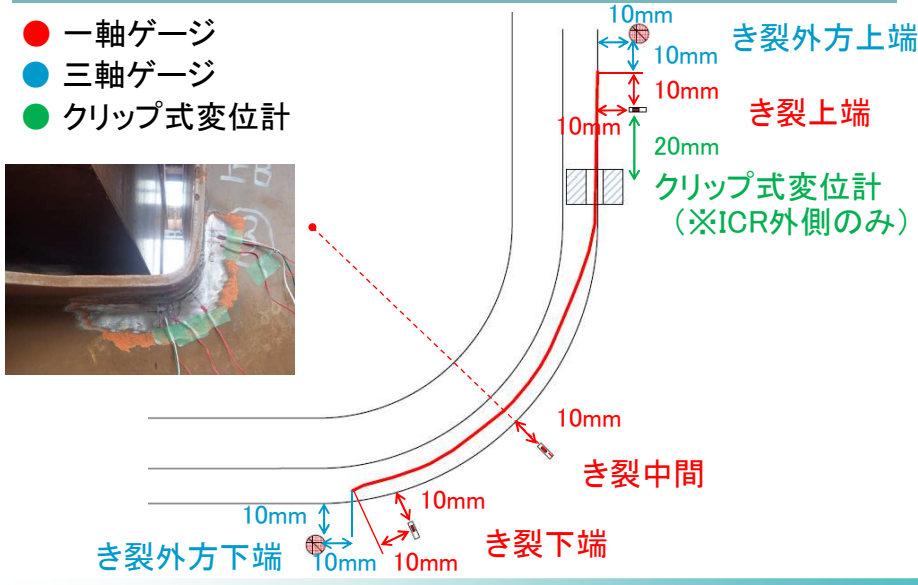


The diagram shows a cross-section of a steel beam with a crack. A red grid indicates the area of repair. The photograph shows the repair work in progress, with a wooden board (当板) being installed over the crack.

### 応力測定箇所

KEIHAN こころまちつくろ

- 一軸ゲージ
- 三軸ゲージ
- クリップ式変位計



The diagram shows a steel beam with a crack. The measurement points are indicated by colored dots and labels:

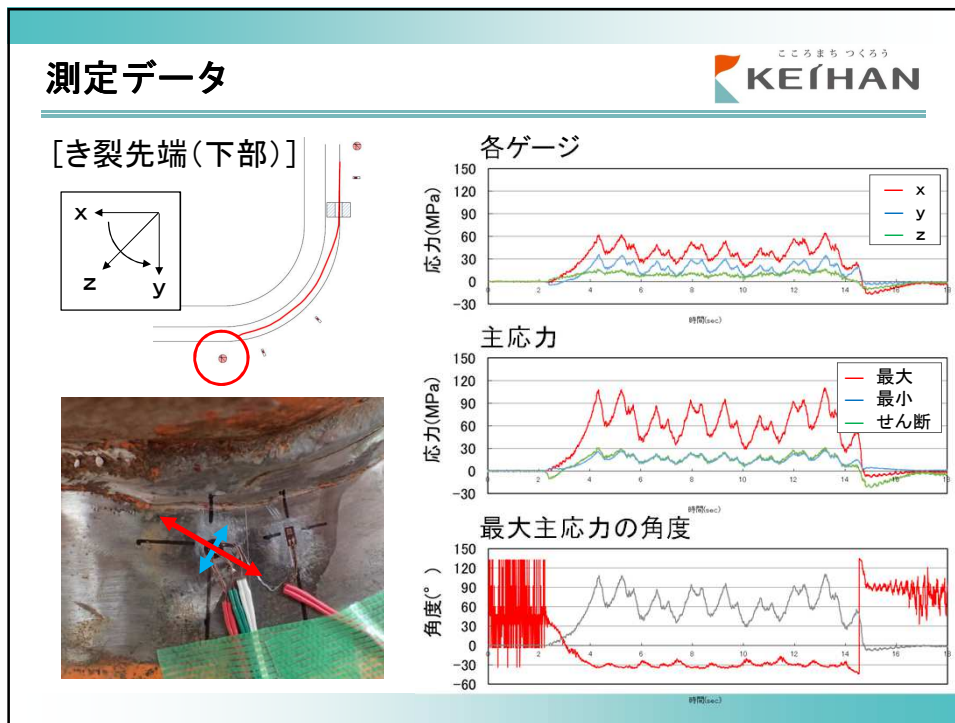
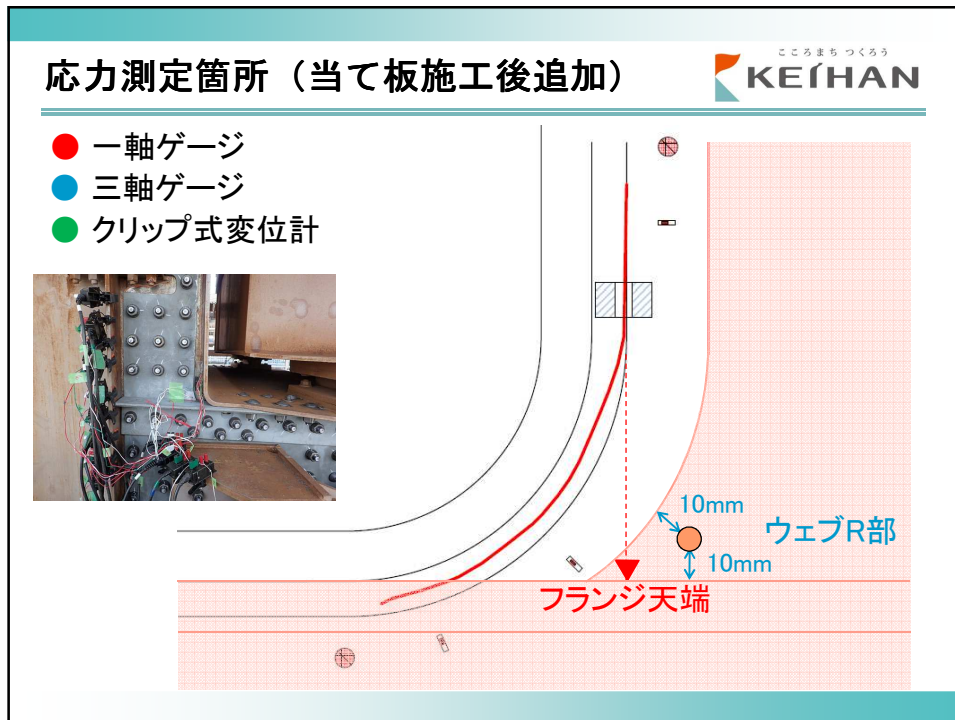
- 一軸ゲージ (Uniaxial gauge)
- 三軸ゲージ (Triaxial gauge)
- クリップ式変位計 (Clip-type displacement gauge)

The measurement points are located at the crack ends and middle:

- き裂外方上端 (Upper end of the crack)
- き裂上端 (Upper end of the crack)
- クリップ式変位計 (※ICR外側のみ) (Clip-type displacement gauge (※only on the outside of ICR))
- き裂中間 (Middle of the crack)
- き裂下端 (Lower end of the crack)
- き裂外方下端 (Lower end of the crack)

The distances between the measurement points are 10mm and 20mm.

The photograph shows the measurement setup on a steel beam with a crack.





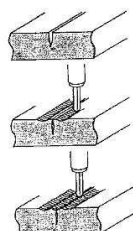
## ICR、PPPの概要



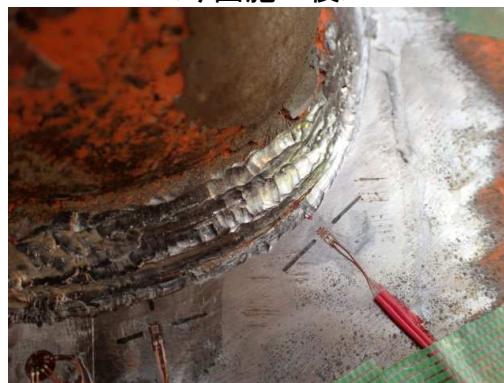
### [ICR] (Impact Crack closure Retrofit)

き裂上またはその近傍を打撃することによりき裂を閉口させ、部材断面を増加させることにより発生応力が低下する。  
これにより疲労寿命が延びる

〈今回施工後〉



(a)ピーニングツール（フラックスチップ）と疲労き裂を閉じるICR処理



## ICR、PPPの概要

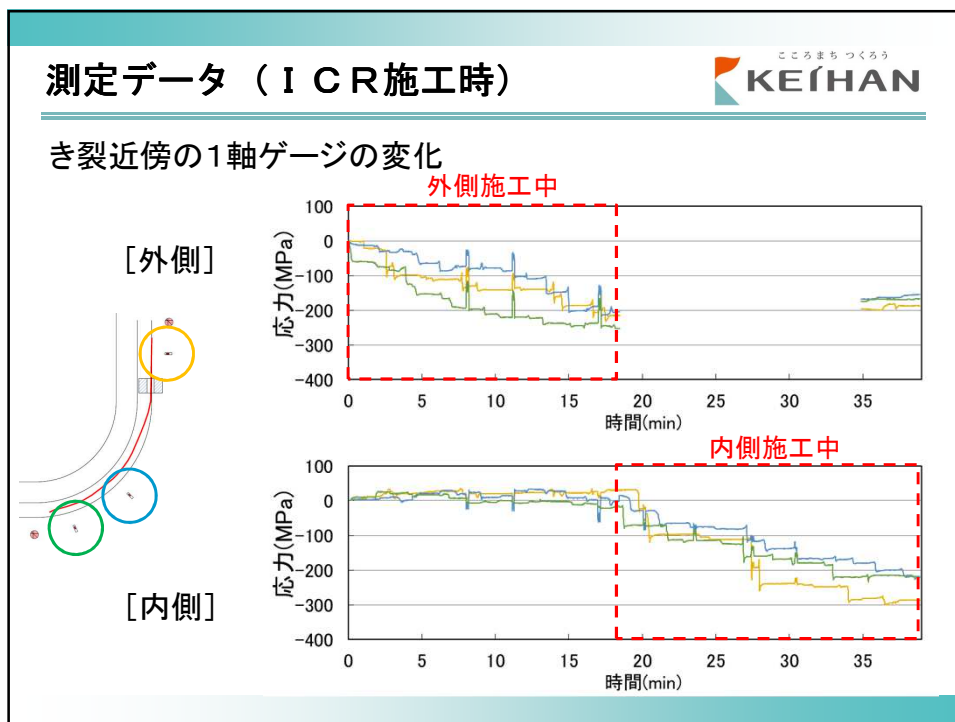
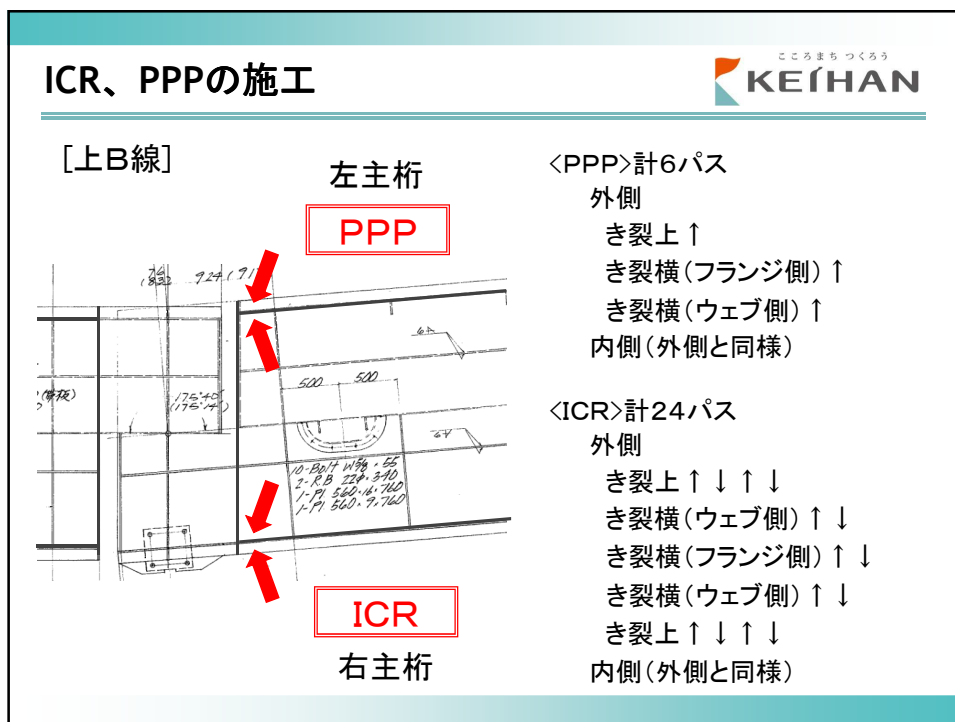


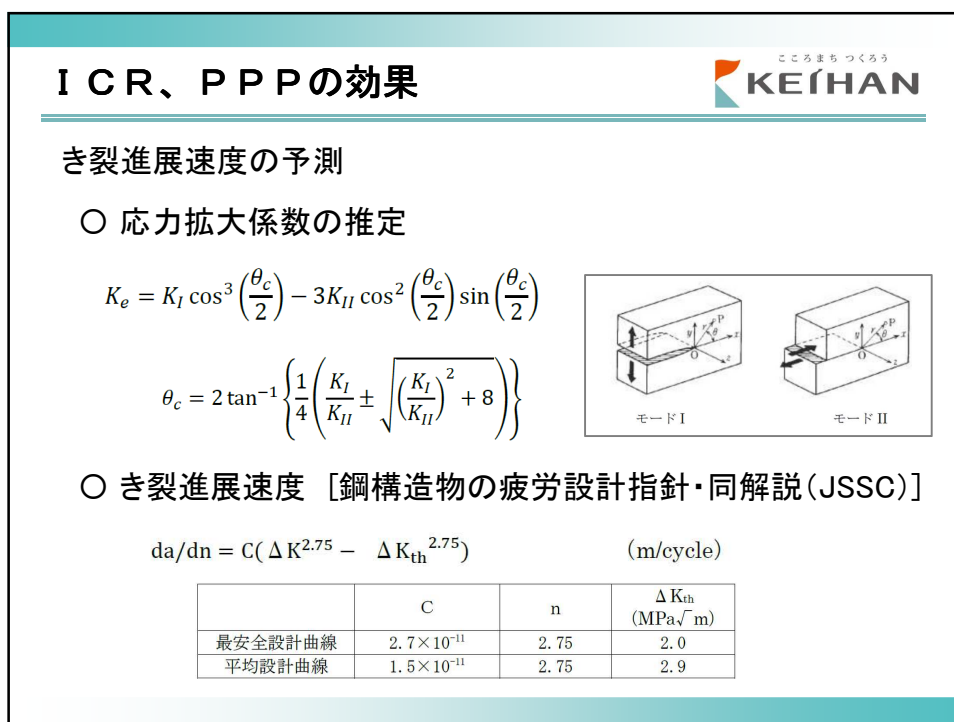
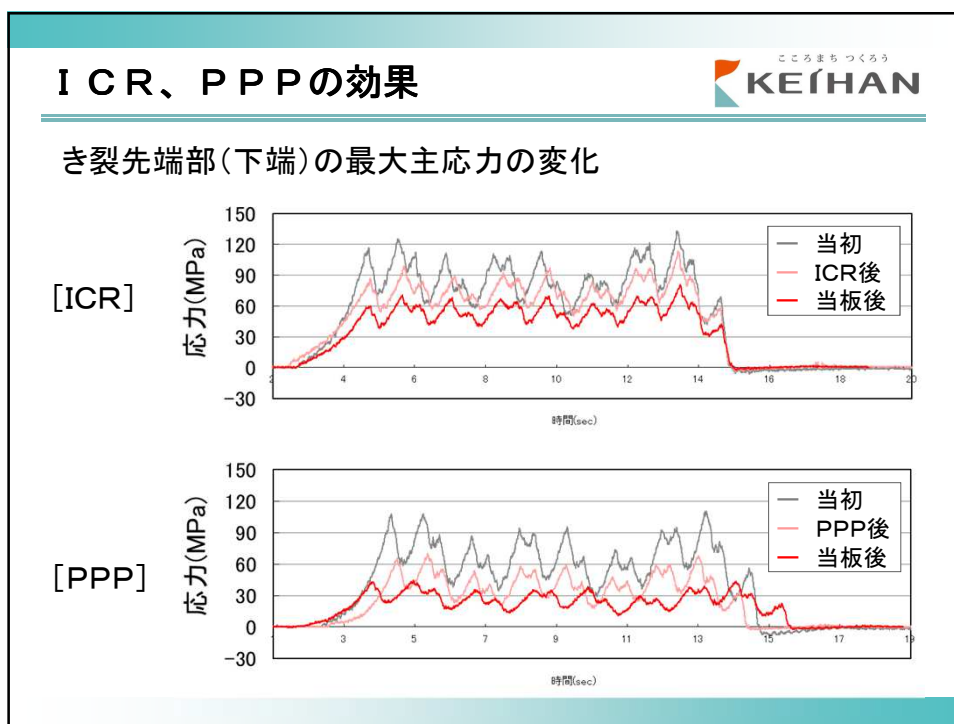
### [PPP] (Portable Pneumatic needle -Peening)

き裂上またはその近傍を打撃することにより圧縮残留応力を加え、応力範囲の引張領域を低下させることで、疲労寿命が延びる

〈今回施工後〉







## ICR、PPPの効果



対策	場所		最大主応力 (MPa)			き裂進展量 (mm/年)		
			対策前	対策後		対策前	対策後	
ICR	き裂 上端	外側	109.8	67.1	61%	28.6	10.2	36%
		内側	99.9	69.3	69%	24.2	8.2	34%
	き裂 下端	外側	139.6	118.3	85%	207.2	32.5	16%
		内側	107.9	85.0	79%	117.2	28.3	24%
PPP	き裂 上端	外側	119.3	100.8	84%	45.5	14.8	33%
		内側	100.3	83.4	83%	56.3	11.4	20%
	き裂 下端	外側	118.6	73.0	62%	103.7	18.9	18%
		内側	108.8	70.0	64%	82.2	23.0	28%

## まとめ



### □ ICR、PPPの施工

ICR、PPPともに実橋の現場においても簡易に施工可能であることがわかった。

騒音が大きく、市街地や夜間等で騒音が問題となる場合は適用が難しいと考えられる。

### □ ICR、PPPの効果

ICR、PPP処理によりき裂先端部の発生応力が減少し、その効果が確認された。

ICRとPPPとの効果の差は確認できなかった。