

鋼構造物の疲労回復と延命策 -超音波ピーニング (UP) システム-

1 . UP システム

独自のセラミック振動子とピーニング用打撃子により、表面から 1 mm 以上の深さまで圧縮残留応力を発生させ、かつ溶接止端部の応力集中も緩和します。溶接継手の疲労寿命・強度を 2 倍以上向上します。既設溶接構造部の疲労回復を図り疲労寿命を伸ばします。補修溶接後の UP 処理で 3~4 倍長寿命化。全重量 9 Kg と軽量です。最新型番 UP-600 は消費電力 500W と経済的であり、かつパワーも強力です (100V 仕様)。より軽量の狭隘部用 UP-500S (100V, 500W) も用意。ロボットにも容易に搭載できます。



超音波発振器、ピーニング本体からなる標準 UP-600



オハイオ川架橋の延命策 (UP 処理状況)



小型・軽量の狭隘部用 UP-500S

2 . UP の原理

UP 技術は特殊な打撃子によるハイサイクルな衝撃荷重と、それによって材料内に誘起される超音波振動との相乗効果により塑性変形と残留応力の緩和作用を引き起こす。

超音波振動子には、セラミック圧電素子を用い (図 1) 周波数は 20~30kHz。

振動子と打撃子の周波数と振動の一例を図 2 に示す。打撃子の周波数は約 5 kHz。

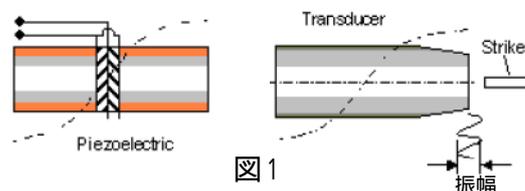


図 1

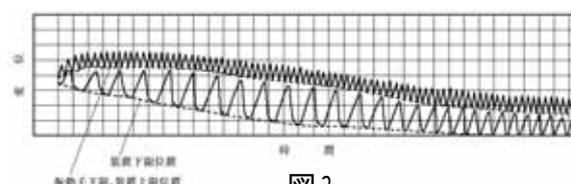


図 2

製造元 Structural Integrity Technologies (SINTEC) Inc. Canada

日本総代理店 (株) Be よんど SINTEC Japan 部

〒658-0072 神戸市東灘区岡本5丁目2 - 6 Tel:078-413-8303, Fax:078-452-5330

URL : <http://go-beyond.jp> E : office@go-beyond.jp

3 . 疲労強度向上の原理

超音波ピーニングにより材料表面を塑性変形させ疲労強度向上

- 1) 材料表面層の引張残留応力を圧縮の残留応力に変える (図 3)
- 2) 溶接止端部の応力集中を緩和させる (図 4)
- 3) 材料表面層の機械的特性を高める。

4 . 延命策

高張力鋼の溶接継手への UP 処理適用により、鋼材の強度に応じて疲れ強さが向上 (図 5)

推定寿命の 50% 時点で UP 処理をすると、疲労寿命は大幅に長くなり、溶接直後の UP 処理と同等以上に疲労寿命が伸びる (図 6)

さらに疲労亀裂の補修溶接後に UP 処理を施すと、疲労寿命は 3 ~ 4 倍伸びる (図 7)

5 . 既存構造物への UP 適用例

オハイオ架橋への延命策 (縦スチフナ溶接端部への UP 処理状況 : 2,500 箇所)

足場が不要なため、合理的費用での施工が可能
 破碎機溶接継手の疲労回復と補修溶接部への UP 処理状況

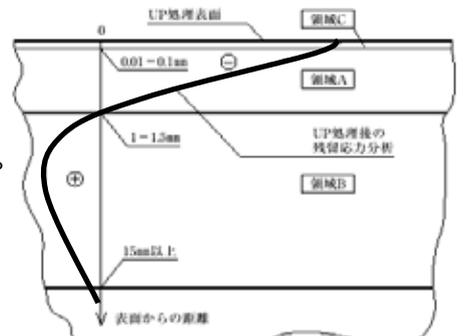


図 3

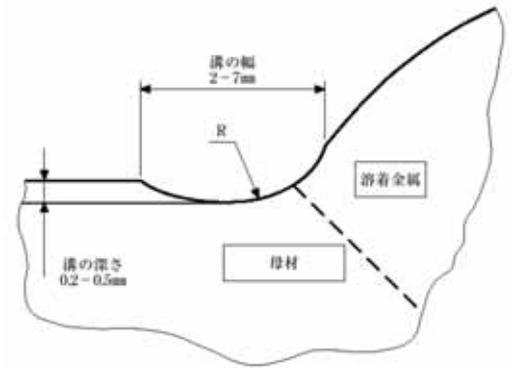
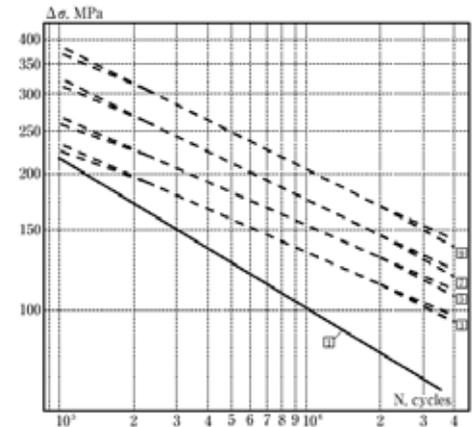


図 4



1 - 溶接のまま (全鋼種)、3 - 鋼材 1 ($\sigma_u = 270\text{MPa}$)、
 5 - 鋼材 2 ($\sigma_u = 370\text{MPa}$)、7 - 鋼材 3 ($\sigma_u = 615\text{MPa}$)、
 9 - 鋼材 4 ($\sigma_u = 864\text{MPa}$)、(3,5,7,9 は UP 処理後)

図 5

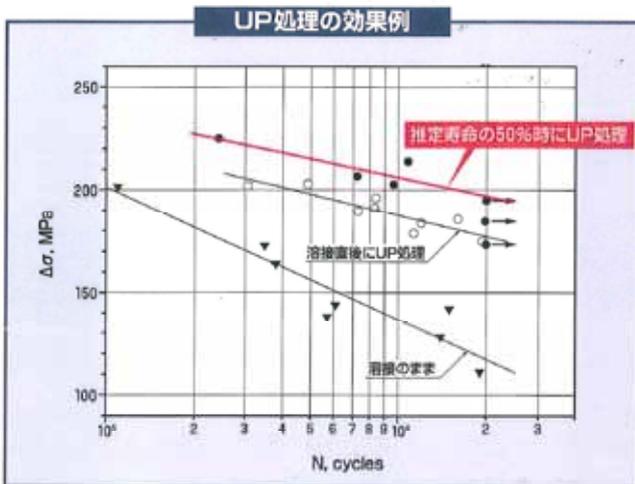
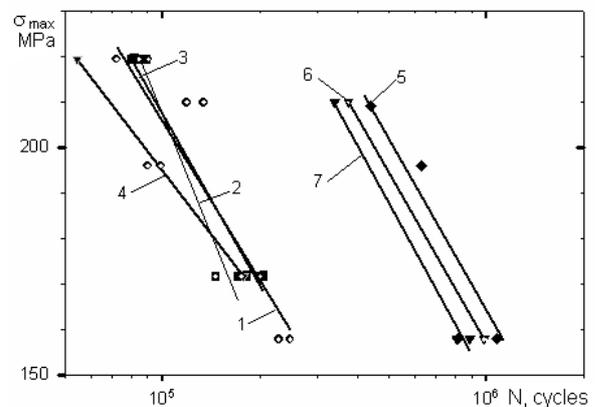


図 6



1 - As weld 状態, 2,3,4 1回, 2回, 3回の補修溶接,
 5,6,7 1回, 2回, 3回の補修溶接後それぞれ UP 処理

図 7