

塗膜からの超音波探傷試験による疲労き裂検出

○東京都市大学 学生会員 山瀬友登
 東京都市大学 正会員 白旗弘実
 首都高速道路 正会員 平山繁幸

1. はじめに

2014 年より、橋梁などにおいて近接目視を基本とする定期点検が行われるようになった。鋼橋において、疲労き裂は塗膜割れやそこに発生するさびなどから検出されることが多い。ただし、塗膜割れの下に疲労き裂が必ずしもあるわけではない。

疲労き裂は短い段階で措置を講じることが好ましい。定期点検では非破壊検査は必要に応じて実施することになっているが、塗膜割れが検出された際に、塗膜割れをはがさず非破壊検査を適用して疲労き裂の有無を判断することができれば、検査が効率的になる。

そこで本研究は塗膜の上から超音波探傷試験を行い、疲労き裂を検出することをこころみる。塗膜からの超音波の入射の可能性を調べたのち、疲労試験および探傷試験を行ったので、その結果を述べる。

2. 試験体および疲労試験前の塗膜透過実験概要

図-1 に示すように、試験体は面外ガセット継手を使用した。試験体は塗装されている面とされていない面がある。塗装は鋼道路橋防食便覧で示されている C5 系としており、実構造物と同様のプロセスで塗装されている。塗装されていない面にはひずみゲージを貼り付け、ひずみ値の低下により疲労き裂発生を検出する目安とした。

超音波探傷は従来から使用されてきたタイプの探傷器(三菱電機 UI-25)を使用した。探触子は、斜角探傷を行うための斜角探触子 (SV 波)、試験体の表面直下を伝搬する水平横波探触子 (SH 波)、試験体の表面に沿って伝搬する縦波を発生させるクリーピング波探触子、プローブの接触面に柔軟性があり、曲面や凹凸面を有する試験体の検査に適している探触子ソフトプローブ (P 波)、表面波(レーリー波)の五つの探触子を使用した。SV 波、SH 波、クリーピング波、レーリー波などは溶接

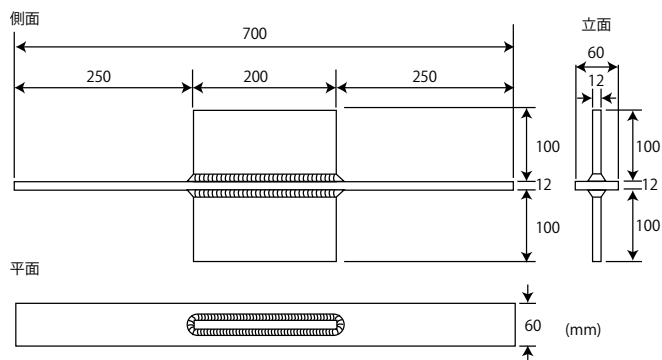


図-1 面外ガセット試験体

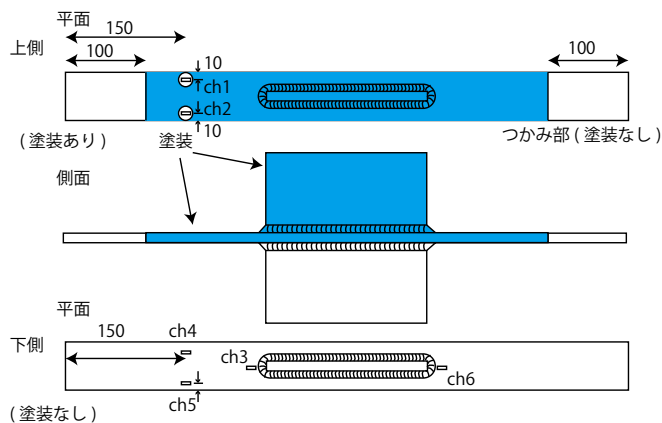


図-2 試験体の塗装面

止端に発生する疲労き裂を検出するために使用したが、ソフトプローブは多層盛りなどの場合で相間に生じるき裂検出を主な目的として使用した。SV 波の入射角度は 45 度であり、すべての探触子の周波数は 5MHz である。

波が塗膜を透過して内部の鋼材へ入射の可能性を調べる透過実験を行った。図-3 に示すように、塗装面上に探触子を配置してコーナー部などの反射源からのエコーを受信した。図-3(b)は表面波探触子の場合であり、それ以外の探触子は図-3(a)のように配置して実験を行った。結果を図-3(c), (d)および(e)に示す。それぞれ P 波、SV 波、クリーピング波の場合であり、その他の波では指示を得ることができなかった。

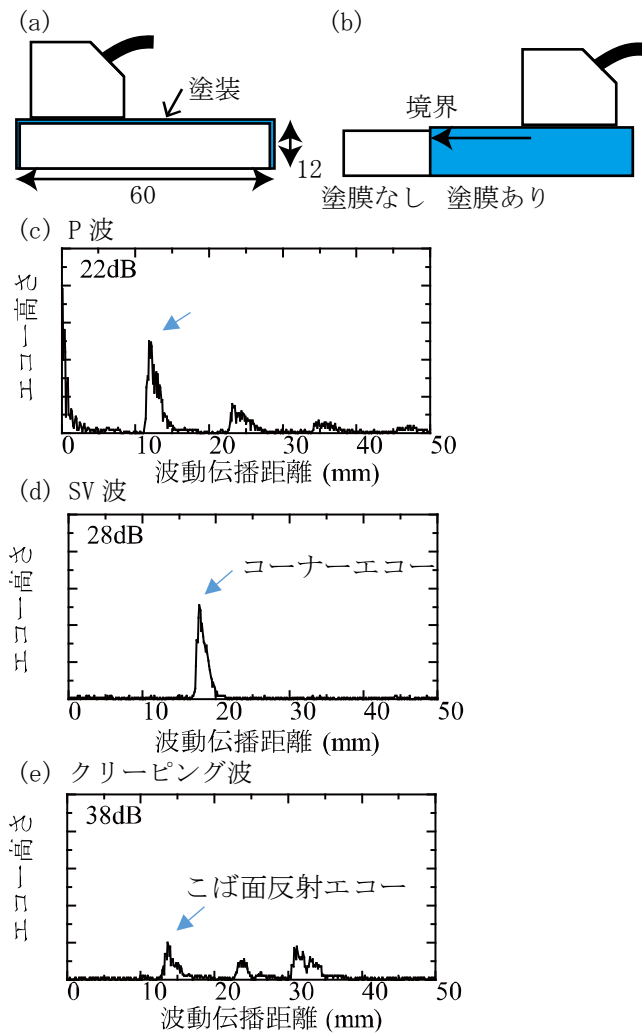


図-3 塗膜からの入射エコー受信

3. 疲労载荷および超音波探傷試験

試験体の疲労载荷を行った。探傷試験を行う前に疲労試験機で周波数(繰り返し速度)3Hz, 荷重0.1tf~8tf間で10万回繰り返し応力掛け終了後に目視によるき裂の確認、その後超音波探傷試験を上記五つの探触子で行いき裂の発生の有無を確認した。上記の検討で指示が得られなかった波でも塗膜割れ後あるいはき裂発生後に指示が得られる可能性を考慮し、すべての探触子を使用している。

図-4のようにガセットの上下および回し溶接部を囲むような6カ所から溶接部付近に向けて音波を伝播させた。図-4(b)はソフトプローブを置いた箇所であり、図-4(a)はそれ以外の探触子の配置箇所を示している。超音波探傷試験後は同様にして繰り返し载荷を行い、これらを1セットのサイクルとして疲労载荷を続けた。

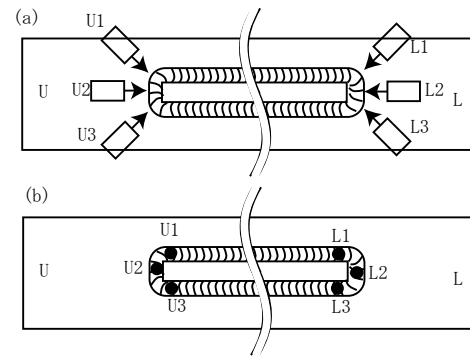


図-4 超音波探傷試験時の探触子の配置

4. 探傷試験結果

図-5に探傷試験で得られた波形の一例を示す。SV波探触子で得られた波形で、図-5(a)は载荷前(0回)、図-5(b)は110万回载荷後の波形である。波動伝播距離35mmのあたりに指示が見られるが、図-5(c)に示すように溶接止端部からのエコーであり、疲労き裂が生じているものと思われる。

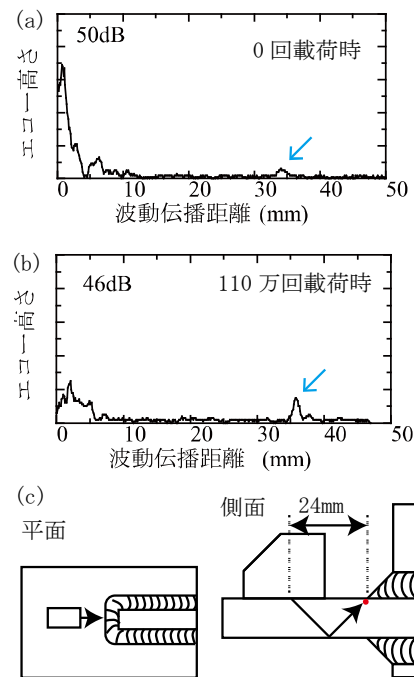


図-5 探傷波形(SV波)0回と100万回载荷時

5. まとめ

塗膜から探傷を行うことの可能性のある波としてはSV波、クリーピング波およびP波であると考えられる。塗膜からでも疲労き裂と思われる指示を得ることができた。この研究は日本鉄鋼連盟鋼構造研究・教育助成事業として日本鋼構造協会に委託している鋼橋の強靱化・長寿命化研究委員会(館石和雄委員長) 疲労強度研究部会(穴見健吾主査)の一環で研究した。