

I-102 超音波による高力ボルト損傷調査

首都高速道路公団 正会員 長谷川 和夫
同 早坂 博文

1. ま え が き

高張力ボルトF11Tの遅れ破壊が各地で発見され問題となっており、その破壊機構も種々研究されているが、首都高速道路公団でも高架橋に使用されている高力ボルトの欠落は、現在までに130本を超えている。首都高速道路の高架下は大部分が一般に開放されているため、ボルトの破壊(脱落)は応力上の問題の他に、第三者に対する安全上大きな問題となっている。当公団では、高力ボルトの遅れ破壊の進行中(脱落前)にこれを発見し取り替えることを目的として、これまでハンマー打診、目視等により調査してきたが、今回は超音波を使用した欠損ボルトの探傷の可能性および精度について調査を行った。

2. 調査方法の検討

超音波探傷による現地調査に先立ち以下について室内で検討を行った。検討には未使用ボルト(F11T, M22)に、幅0.2mmのノコ刃で種々の深さの人工キズを入れ、ボルト先端を平に仕上げた試験用ボルトを作成し使用した。

1). 超音波探傷器の振動子寸法と検出能力

超音波探傷器の振動子の有効径が5mm, 10mm, 20mmの探触子で試験用ボルトの探傷を試みた結果、5mm, 10mmの探触子で深さ2mm, 20mmの探触子で3mmのキズを検出できた。

2). ボルト形状と探傷方法

ボルト先端の形状は、メーカーによって凹, 平, 凸と異なっているため、これら3種のボルトに首下, ネジ部, 不完全ネジ部にそれぞれ深さ2mmの人工キズを入れた試験用ボルトに対して探傷を行ったところ、平に加工しているもの以外はボルト先端からの探傷は不可能であった。ボルト頭部から探傷を行うには、頭部座面からの反射エコーが現れ易い、刻印があるため探触子を垂直に保持しにくいなどの問題がある。そこで、ボルト軸心を中心に探触子を任意の半径で回転でき、しかもボルトに垂直に固定できる治具を考案、試作した(写真-3)。この治具を用いて試験ボルトを探傷した結果、人工キズの位置と回転半径により検出能力に差があるがこれらのキズを検出することができた。

3). 探傷方法

1). 2). の結果から探傷条件を次の通りとした。

① ボルト先端から探傷する場合

探触子は作業性を考慮して5B10Nの保護膜



写真-1 破断ボルト(全断面が破断)

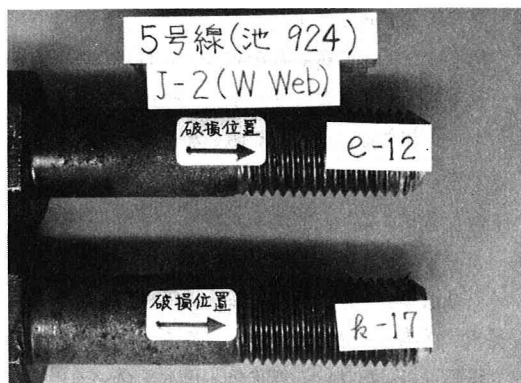


写真-2 破断ボルト(断面の約1/2が破断)

付る使用し、探傷感度は試験用ボルトの探傷結果から
TB-G-V5、接触媒質は粘性のあるグリースを使用
する。

② ボルト頭部から探傷する場合

探傷には新たに考案した治具を使用し、回転半径は座
面からの反射エコーが現れない範囲で最大とする。探傷
感度は深さ2mmの人工キズを検出できる感度とし、接
触媒質はグリースを使用する。

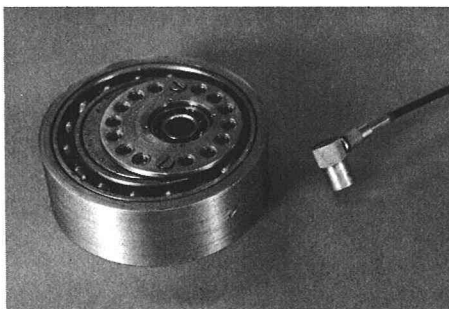


写真-3 頭部からの探傷用治具

3. 現場探傷の結果

現場での探傷は供用中の2橋脚で行った。探傷したボルト

本数は11,820本であり、このうち8,232本をボルト先端から、3,588本をボルト頭部から探傷した。
また、4,179本を抜き取って(F10Tに取り替え)損傷の有無を調査し、超音波探傷の結果との比較を
行った。ボルトは外締めになっていたのでボルト先端からの探傷は、タワー車を使用し橋脚外面から行った。

抜き取りボルトも調査した結果、破損ボルトの本数と破損箇
所別にまとめると表-1のようになる。破損していたボルトは
34本あり、このうち30本はほぼ全断面まで破壊が達してい
り、他の4本の要部も大きく断面の約1/2まで進行していた。
抜き取りボルトの調査結果と超音波探傷の結果を対比すると、
破損ボルトではいずれも破損位置からの高い反射エコーが検出
されている。

ボルト先端から探傷する方法では、破損位置からの反射エコ
ーは全々100%を超えている。健全なボルトでも底面以外か
らのエコーを検出しているものがあるが、そのエコー高さは低
く100%に達していないものが大部分である。したがってボ
ルト先端から探傷を行った場合、100%以上の反射エコーが
得られたボルトは破断している可能性が極めて高いと推定でき
る。ボルト頭部から探傷する方法では、探傷結果(エコー高、
ビーム路程)と破損の有無を明示することにより、破断箇所か
らのエコーの領域と頭部座面やネジ部からの反射エコーの領域
に分けることができる。

超音波探傷を実施した全ボルトに対し、上記の方法で欠陥の
有無を推定すると表-2となり、破断している可能性の強いボルトは全数の約0.6%となっている。

今回の調査は、小さな欠陥も発見することを目的として探傷方法を決定したが、破損ボルトの破断面の大き
さを考えれば、より低い感度、小さな回転半径で十分探傷可能であり、それに伴い破壊以外の反射エコー
を減少させることができると考えられる。

4. あ と び き

高力ボルトの損傷調査に超音波探傷器を使用する可能性について、検討を行い試験的に実橋の調査を行った
結果、探傷は十分可能であり、探傷方法を改良することにより実橋へも適用できるものと思われる。特にボ
ルト頭部からの探傷は、鋼橋脚の場合足場が不用となり調査費を大きく軽減できる長所がある。当公団では、供
用全路線の高力ボルト点検に超音波を使用すべく、データを累積してゆく方針である。

表-1 抜き取りボルトの調査結果 (本)

調査橋脚	抜き本数	破 断 位 置			
		A	B	C	D
I	2,789	0	0	4	5
II	1,390	3	13	7	2
計	4,179	3	13	11	7

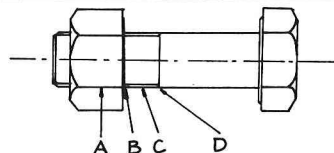


表-2 欠陥ボルトの推定 (本)

探傷橋脚	I	II	計
探傷本数	8,232	3,588	11,820
欠陥があると推 定されるボルト	46	27	73
	0.56%	0.75%	0.62%