

変形を受けたリベットの材料特性

J R 西日本 正会員 ○木村 元哉 J R 西日本 正会員 中山 太士
川崎重工業 正会員 梅田 聡 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

1. はじめに

鋼鉄道橋のうち架道橋では、桁下道路に制限高さより車高の高い自動車が進出し、桁に衝突して変形を与える事故が発生することがある。鋼鉄道橋で多くを占めるリベット桁の場合、変形を受けたリベットの継手強度が低下していないかを確認する定量的方法がないのが現状である。供用中の橋梁から局部変形したリベットを採取し、強度試験等を実施することは困難なため、変形を受けたリベット継手の変形状態や材料強度を確認した事例はない。今回、水害で大きく変形し、使用不能となったリベット桁からリベットを採取し、変形を受けたリベットの変形状態の観察とリベット材の材料強度を調査したので報告する。

2. 試験体採取部位と変形状態

図.1 は水害で流出したリベット桁であり、大変形を生じている。この図中の枠内の部分から下フランジのリベットを採取し、材料試験および断面確認用の試験体を加工した。試験体の切り出し位置を図.2 に示す。試験体 A および試験体 C は変形を受けていないため、健全なリベットとして比較用に試験に供した。試験体 B および試験体 D は変形を受けたリベットであり、図.2 中の右方に示されるフランジ変形部のリベットである。千鳥配置のうち外側のリベット列を B、内側を D と名づけた。各試験体の試験実施項目を表.1 に、試験体 B・D の変形状態を図.3 に示す。図中の数値が変形量、すなわちリベット位置におけるフランジ端の鉛直変形量を示している。

3. 断面確認

図.4 は試験体の切断面の写真である。断面確認用のリベットは全て橋軸に対して垂直な面に切断して、変形状態を確認した。試験体 B-3 は試験体のなかで最も大きな変形を受けたもの、D-2 は B-3 の隣りのリベットで今回採取したリベットでは中程度の変形である。試験体 A-4 は変形を受けていないリベットである。試験体 B-3 ではリベット頭部が大きく変形し、母材との間や板と板の間にも大きな隙間が出るほどの大きな変形にも関わらず、わずかにき裂が認められるものの破断していない。リベットは延性があり、大きな変形を受けても破断には至りにくいことがわかる。



図.1 試験体に使用した桁



図.2 試験体採取位置

表.1 各試験体の実施項目

試験体	材料試験	断面確認	記事	試験体	材料試験	断面確認	記事
A-1	○		変形なし	C-1		○	変形なし
A-2	○			C-2		○	
A-3	○			C-3		○	
A-4		○		C-4	○		
A-5		○		C-5	○		
B-1		○	変形あり 外側列	D-1		○	変形あり 内側列
B-2		○		D-2		○	
B-3		○		D-3	○		
B-4	○			D-4	○		
B-5	○						

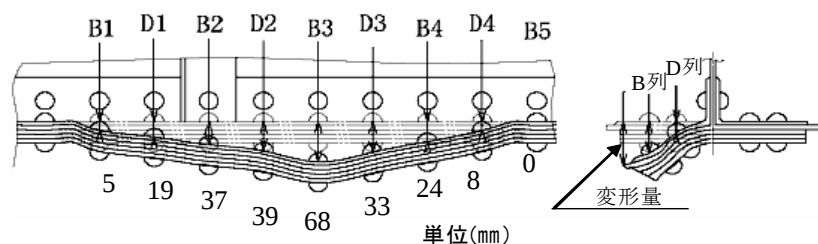


図.3 変形状

キーワード リベット, 機械的性質, ひずみ硬化, 変形状

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目4番24号 JR 西日本 鉄道本部 施設部 土木課

のリベット寸法の制約から所定より短い 21mm とした。桁の設計図からリベットの材質は SV34(SV330)であることが分かっている。試験結果について、変形を受けていないリベットと変形を受けたリベットとを区分し、各試験体の降伏点を図.5 に、引張強さを図.6 にそれぞれ示す。変形したリベットから切出した試験体 B, D の降伏点および引張強さが変形していない試験体 A, C より約 20% 高いことがわかる。図.7 に応力-変位曲線の例を示す。この図からわかるように変形を受けていないリベットでは軟鋼特有の応力-ひずみ曲線を示すが、変形を受けたものについては、リベットがすでに塑性変形しておりひずみ硬化の影響で、みかけ上、降伏点や引張強度が大きくなり、破断時の伸び量は小さい。

なお、ここまではリベット材自体の材料強度を調べてきたが、変形を受けたリベットでは幹部と母材との間に隙間ができ、支圧接合としてのリベット接合強度低下の懸念がある。しかし、通常衝突等で変形を受けるのは桁の面外方向への力であり、列車が载荷される場合とは支圧を受ける方向が違うため、問題となるケースは少ないと考える。

5. まとめ

変形したリベットの断面確認により、リベットは延性が高く多少の変形を受けても破断しにくいことがわかった。引張試験の結果、変形を受けたリベットはひずみ硬化の影響により、引張強度は大きくなり、破断時の伸びは低下することが確認できた。通常供用下においてリベットに加わるせん断力が降伏強度に比べて十分低いレベルであることを考えると、力を伝達するうえで重要なリベットでなければ、多少の変形を受けても静的強度に関していえば実用上問題が少ないと考えられる。ただし、再度異常外力により降伏点を越える応力を受けた場合は変形性能が健全なリベットよりも性能は低下していることが考えられ、桁の耐疲労性について長期使用にあたっての慎重な対策が必要である。

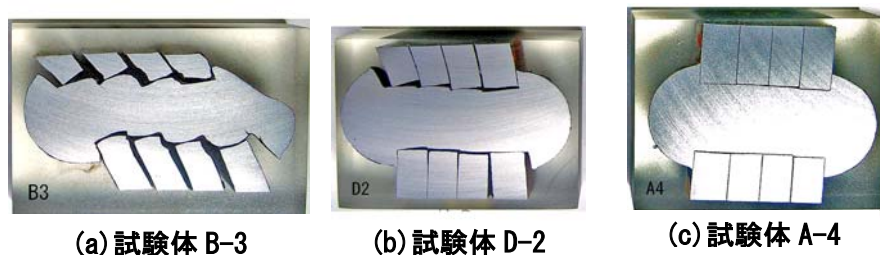


図.4 リベット変形状

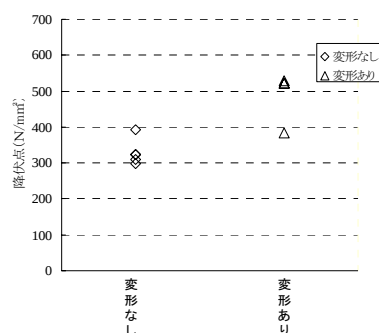


図.5 降伏点

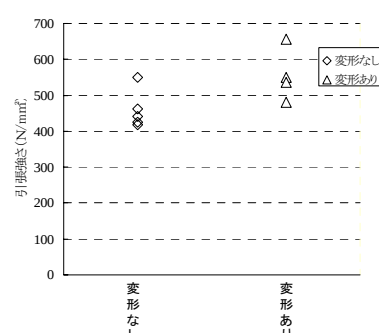
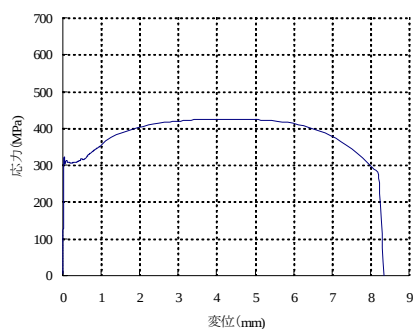
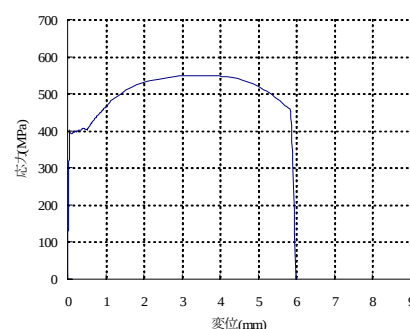


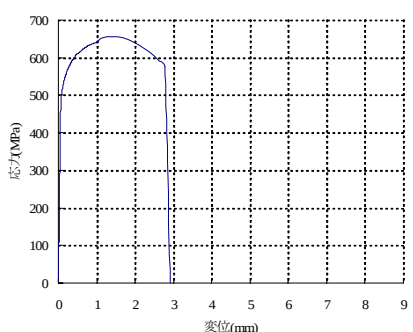
図.6 引張強さ



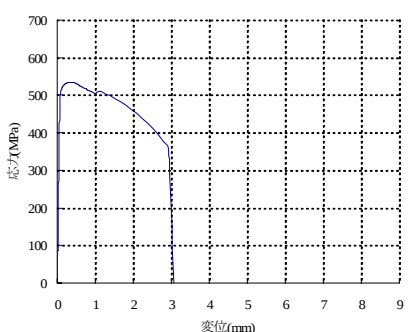
(a) 試験体 A-1



(b) 試験体 C-4



(c) 試験体 B-5



(d) 試験体 D-3

図.7 荷重-変位曲線