

ボルトと桁の固定方法に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 田中 寿弥
 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 網谷 岳夫
 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 山田 正人

1. はじめに

鋼桁を架設する際、桁と下部工の固定はアンカーボルトを介して行う場合が多いため、工場製作の桁に空けられた孔と下部工のボルトとの位置調整に時間を要することがある。そのため、現地で鋼板の削孔を行うなど特別な加工を要しているが、営業線における桁の架設工事は一般的に列車の運行していない夜間の短時間で行うため、施工時間に余裕がないことが課題であった。

そこで、桁の据付を容易にするため、ボルト固定用の孔を拡大孔としてボルト位置との誤差を吸収し、拡大孔にはグラウト材を充填してボルトを固定する構造(図-1)を考案した。青木ら¹⁾は、短時間で所要の強度と剛性を発現するグラウト材を開発し、施工当夜のグラウト材の挙動を確認するため、若材齢時における単調荷重試験を行った。本研究では導入に向け、このグラウト材の弾性限界と長期的な安定性の確認を行ったので報告する。

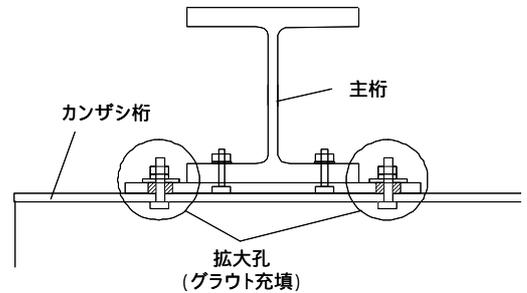


図-1 今回考案した構造

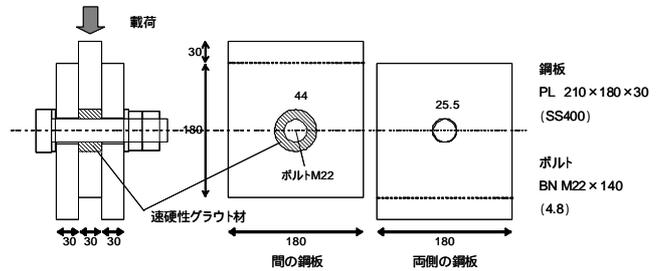


図-2 試験体モデル

2. 試験概要と結果・考察

2.1 弾性限界確認試験

2.1.1 試験概要

本構造における弾性限界の推定と疲労試験の荷重荷重の決定を目的とし、グラウト材の弾性限界確認試験を実施した。試験体は、図-2に示す拡大孔のボルト固定部を模擬したものとした。既往の研究¹⁾において、荷重30KN付近までは鋼板間の摩擦と、ボルトとボルト孔の隙間の影響により弾性的な挙動を示さなかった。このことを考慮し、荷重荷重は30KNを下限値とし30~50KN, 80KN, 90KN, 100KN, 110KN, 150KNの6パターンと設定し、3回繰返し荷重試験を実施した。

2.1.2 結果と考察

図-3に荷重-変位関係を示す。上限荷重の増加に伴い履歴ループの幅が大きくなる傾向があった。荷重後の目視確認から、100KN荷重時までは荷重前と変化は認められなかったが、110KN荷重後に圧壊によるものと思われるグラウト材の粉末が認められ、150KN荷重後にはわずかながら圧壊を確認した(写真-1)。目視では塑性化が確認できない100KNまでの履歴ループは、鋼板間の摩擦によるものと考えられる。以上より、本構造におけるグラウト材の弾性限界は80~100KNと判断した。

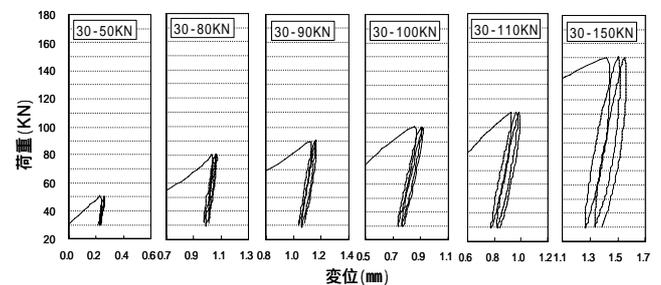


図-3 弾性限界確認試験 荷重 - 変位関係



(a)30-80KN (b)30-150KN

写真-1 弾性確認試験荷重後

キーワード 鋼桁, ボルト接合, 桁架設, 超速硬化性グラウト

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 JR新宿ビル 東京工事事務所 工事管理室 TEL 03-3379-4353

2.2 疲労試験

2.2.1 試験概要

一般的な仮設工事桁に作用する繰返し水平力に対して、本構造が十分な耐力を有しているか確認する。仮設期間を5年間、山手線11両編成と仮定すると、想定されうる最大水平力はボルト1本当たり20kN程度であり、繰返し回数は約700万回となる。本試験の条件は、上述の荷重および繰返し回数を基にコンクリートの設計疲労強度式²⁾により変換し、載荷荷重範囲は30~50kN、繰返し回数は200万回と設定した。試験体は2.1と同様のモデルを用いる。写真-2に疲労試験機の設置状況を示す。

所定の繰返し載荷後、試験体が破壊しない場合は単調載荷試験を行い、疲労試験後の耐力を確認することとした。

2.2.2 結果と考察

疲労試験後の状態を観察した結果、残留変位や圧壊等の変化は認められなかった。

疲労試験後の鋼板試験体に単調載荷した際の荷重-変位関係を図-4に示す。荷重100kN付近まで弾性挙動を示し、その後徐々に勾配が緩やかになり、荷重170kN付近から再び勾配が一定となった。荷重100kN付近でグラウト材のボルト近傍での局所的な圧壊が発生し、進行した後に、グラウト材の圧壊とボルトの降伏が併行で進んだものと推測される。最終的には、ボルトが破断し載荷を終了した。2.1で判断したグラウト材の弾性限界80~100kNと比較して勾配変化点の荷重は同等以上であったことから、想定されうる工事桁に対して十分な耐疲労性を有すると考えられる。

2.3 充填材料の長期データ取得

2.3.1 試験概要

青木ら¹⁾が未確認であった選定グラウト材の長期材齢における圧縮強度を確認した。写真-3に供試体の設置状況を示す。材齢は、1日、3日、1週、4週、8週、13週、26週(半年)とし、練り混ぜ時および養生時温度を5、20、30とした。

2.3.2 結果と考察

図-5に材齢1日から26週までの圧縮強度を示す。緩やかに強度は増進し、材齢13週以降では、いずれの環境温度の場合においても大きな変化は認められないことから、開発したグラウト材は長期的に安定していると考えられる。

3. まとめ

本検討では、鋼桁のボルト接合部においてボルト孔を拡大し、拡大孔に充填材を充填する新たな構造について、選定グラウト材の弾性限界と長期安定性の確認を行った。弾性限界確認試験の結果より、本構造の弾性限界は80~100kNと判断した。疲労試験およびグラウト材の長期材齢試験の結果、長期的に安定していることを確認した。今後は、実施工に向け品質管理項目等の検討を進めていく。また、本構造はグラウト材が拘束されているため、材料強度以上の性能を発揮することは明らかであり、このことを考慮した許容支圧応力度を算定し、板厚、ボルト径、ボルト孔等の諸元が異なる場合においても適正に評価することが今後の課題である。

参考文献 1) 青木千里, 山田啓介, 山田正人: ボルトと桁の固定方法の基礎的研究, 土木学会第67回年次学術講演会概要集, -220, 2012

2) 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物, 2004



写真-2 疲労試験



写真-3 長期材齢試験

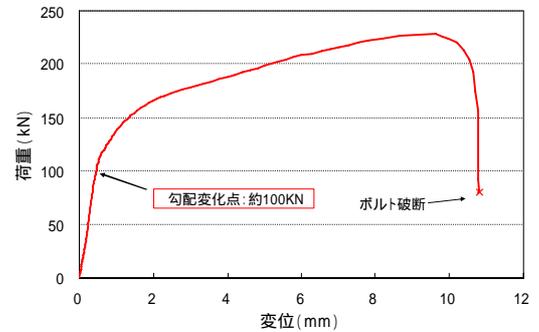


図-4 疲労試験後載荷 荷重-変位関係

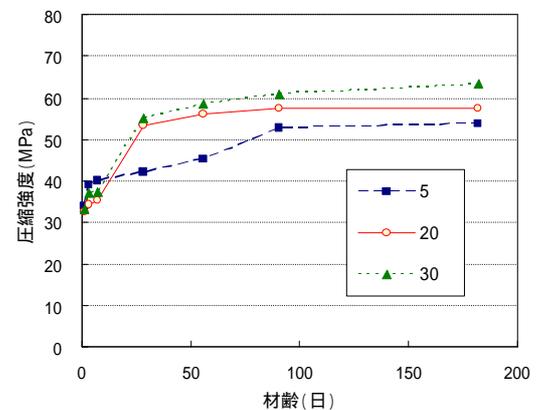


図-5 長期材齢 圧縮強度試験