

ボルトと桁の固定方法の基礎的研究

JR 東日本 正会員 ○青木 千里
 JR 東日本 正会員 山田 啓介
 JR 東日本 正会員 山田 正人

1. はじめに

営業線における鋼桁の架設工事では、桁と下部工の固定はボルトを介して行う場合が多いが、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、工場製作の桁に空けられたボルト孔と下部工のボルトとの位置調整に時間を要する点が課題であった。

そこで、容易な桁の据付を可能とするため、ボルト固定用の孔を拡大孔としてボルトとの位置の誤差を吸収し、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について考案した(図-1 参照)。今回、その充填材料について基礎的な検討を行ったので報告する。



写真-1 鋼桁架設状況

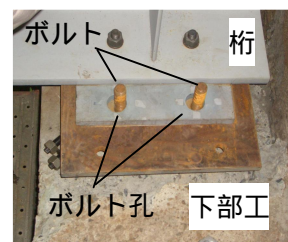


写真-2 ボルト固定部

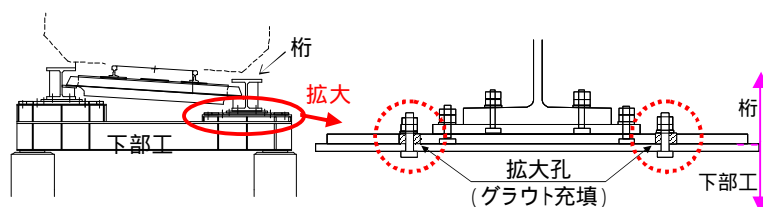


図-1 今回考案した構造

2. 試験概要

本構造は営業線において適用する構造であるため、拡大孔に充填する材料は、「鋼桁のボルトにかかる水平力以上の強度を短時間で発揮する」「列車走行時にボルトが孔内でずれないような硬さを短時間で持つ」ことが求められる。そこで、以下の検討を行った。

2.1 充填グラウト材強度の確認

グラウト材を拡大孔に充填した場合の強度を確認するため、図-2のような拡大孔のボルト固定部を模擬した試験体を作成した。そして、既製品の超速硬性グラウト材を充填した試験体に荷重を負荷させた場合の強度やグラウト材の破壊状況等を確認した。なお、試験パラメータは表-1の通り。

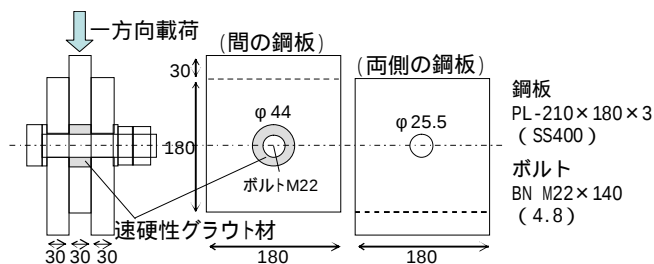


図-2 試験体イメージ

表-1 充填グラウト材強度の確認

ボルト位置	中央 グラウト材	上ズレ	下ズレ	横ズレ
材齢(強度)	0.5h(17MPa), 3h(27MPa), 18h(37MPa)			

使用したグラウト材: 太平洋マテリアル社製 フレューロックスーパ- TYPE10

2.2 グラウト材の検討

2.1の結果を基に、上記で求める性能を持つグラウト材の調整方法について検討を行った。

2.3 選定グラウト材充填試験体の荷重試験

2.2で検討したグラウト材を充填した試験体に荷重を負荷させ、強度や破壊状況等の挙動について確認した。試験パラメータは表-2の通り。

表-2 選定グラウト材充填試験体の荷重試験

ボルト位置	下ズレ
材齢	0.5h, 1h, 1.5h, 2h, 3h, 3d

3. 結果と考察

3.1 充填グラウト材強度の確認

キーワード 鋼桁、ボルト接合、超速硬性グラウト

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

図-3に、材齢30分における試験体の荷重-変位曲線、写真-3に試験体の状況を示す。いずれの条件においても、20kN付近、150~200kN付近、200~250kN付近で勾配が変化することが確認された。これはそれぞれ、荷重を受ける機構が鋼板の摩擦力からグラウト材またはボルトに変化、グラウト材の圧壊またはボルトの降伏、ボルトの破断であると推察される。なお、ボルト単体で同様の試験を行った結果と比較すると、変位に差は見られるが、勾配変化時の荷重はボルトの位置に関係なくほぼ同等であった。

ここで、鋼桁のボルト1本あたりに受ける水平力は20kN程度であることから、今回考案した構造においては、材料練り混ぜ後30分程度で十分な強度を発揮することがわかった。しかし、ボルト単体と比較して剛性（荷重/変位）が低く、列車走行時にボルトが拡大孔の中で動く可能性が考えられた。そこで、剛性を高める材料の検討を3.2で行った。

3.2 グラウト材の検討

剛性を高くするには既製品のグラウト材よりも早期の強度または弾性係数の発現が必要であるが、早期に強度を発現させるために更に速硬性を付与させると、充填中に硬化が始まり施工できなくなる可能性や、急激な水和反応による温度ひび割れの発生が懸念される。そこで、早期に弾性係数を発現させる方向で検討を行った。

グラウト材の弾性係数を増大させる方法としては、密度の大きい骨材を使用する方法が一番有効であると考えた。そこで、既存の速硬性グラウト材中の骨材種類を代え、密度の大きい骨材を使用したグラウト材を用い、2.3の試験を実施した。

3.3 選定グラウト材充填試験体の載荷試験

前項で選定したグラウト材を充填した試験体と既製品のグラウト材を充填した試験体の荷重-変位関係を図-4に示す。勾配が変化する点は選定グラウト材も既製品と同様の傾向を示し、材齢30分程度で十分な強度を発揮した。

剛性については、材齢30分における選定グラウト材と既製品のグラウト材の剛性はほぼ同等であった。しかし、材齢が進むにつれ、選定グラウト材の材齢1時間における剛性は、既製品のグラウト材の材齢3時間の剛性とほぼ同等となり、グラウト材の骨材密度を大きくすることで、剛性を高くできることを確認した。

4. 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、拡大孔に超速硬性グラウト材を充填する新たな構造について、充填材料の検討を行った。拡大孔に超速硬性グラウト材を充填した構造の載荷試験により、材齢30分程度でもボルト単体の場合とほぼ同等の強度となり鋼桁のボルト1本あたりの受ける水平力に対して十分な強度を持つこと、材料の弾性係数を上げるにより剛性を高くできることを確認した。今後は、繰り返し載荷の影響や、材齢30分程度における剛性がより高い材料の検討など、実構造への適用に向けて検討を進めていく。

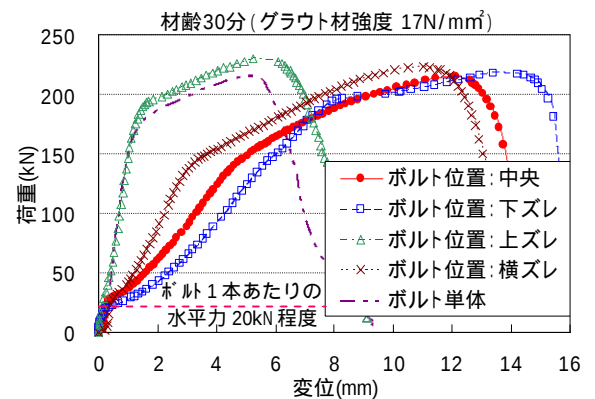


図-3 荷重-変位曲線（材齢30分）

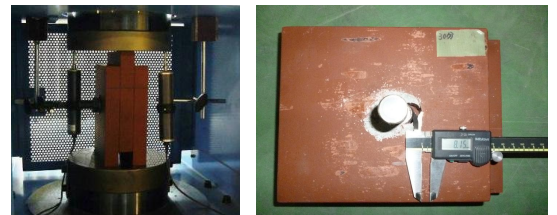


写真-3 試験体（左：載荷中、右：載荷後）

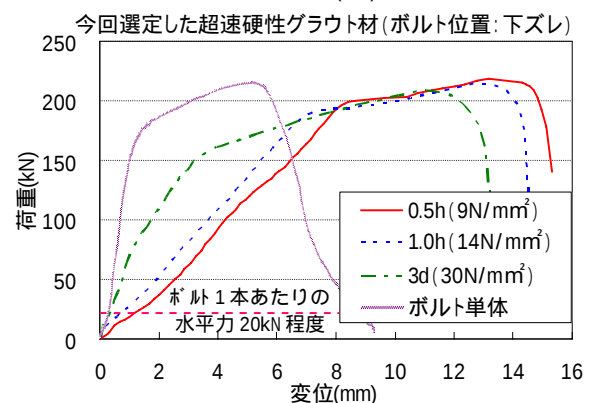
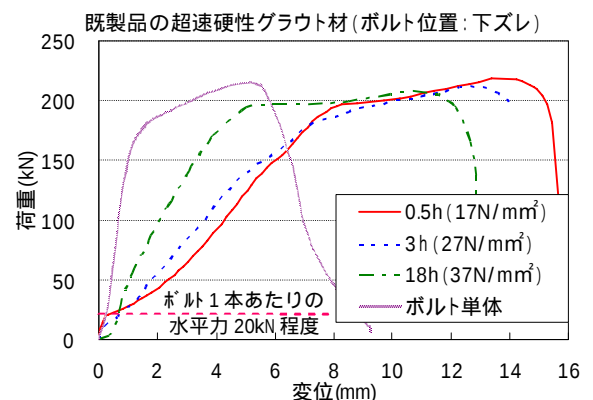


図-4 荷重-変位曲線の比較