

樹脂ブロックによる鋼管柱三角リブの疲労強度改善法

川崎重工業 正会員 杉浦 江 小出宜央
KDDI 澤田昌克 加藤 健

1. はじめに

鋼管柱のボルト継手構造では、鋼管とフランジを三角リブで補強する構造が一般的である。このような構造では、三角リブ先端の高い応力集中により、風荷重等により発生する応力とその頻度によっては、まわし溶接止端部に疲労き裂の発生が懸念される。この疲労き裂の発生を抑制するには、板表面の応力集中を緩和することが有効であるが、溶接部近傍の剛性を急変させると、周辺の溶接部に高い応力が発生する恐れがある。そこで、このような部位の応力を適切に低減できる方法として、図1に示すような剛性の高い樹脂を使用した樹脂ブロックを当該部に接着して補強する工法を提案している^[1]。ここでは、既設鋼管柱を対象にした施工事例および応力頻度計測による補強効果の検証結果を報告する。

2. 施工および現地計測

図2に示す無線鉄塔(H=40m)のフランジ接合部を施工対象とし、補強前後に自然風によって生じる応力頻度を計測した。補強対象のフランジ接合部は、 $\phi 900 \times t16$ (SM490A)の鋼管のフランジ継手部が $t=16\text{mm}$ の三角リブで補強されている。

ひずみゲージは、4箇所のリブを対象に、溶接止端より5mm, 100mmの位置に貼付した。鋼管の板厚が $t=16\text{mm}$ であるため、5mm ($\div 0.3t$) 位置での計測応力は、ホットスポット応力に相当する。なお、樹脂ブロック施工後は、5mm位置のひずみゲージは、樹脂内に埋め込んだ状態とした。

応力頻度分布は、補強前および補強後に、それぞれ5日間連続計測でひずみ計測を実施し、計測した時系列ひずみデータをレインフロー解析することで求めた。また、計測期間中の風況データを取得するために、鉄塔頂上付近に風向・風速計を設置した。

樹脂ブロックは、三角リブ先端に32箇所施工した。施工後の状況を図3に示す。

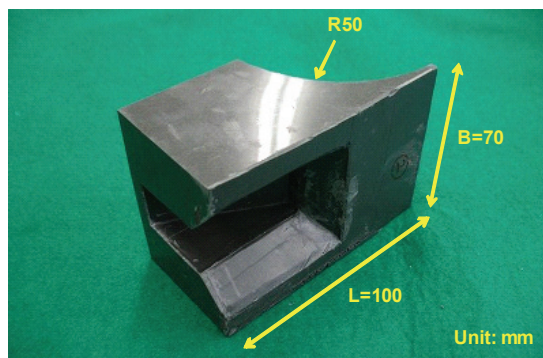


図1 樹脂ブロック

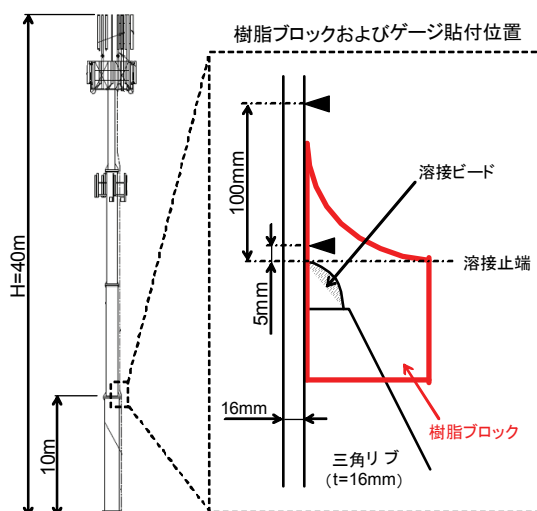


図2 計測対象の鋼管柱



図3 樹脂ブロックの施工状況

キーワード 疲労, 補強, 予防保全, 樹脂

連絡先 〒673-8666 兵庫県明石市川崎町 1-1 川崎重工業(株) TEL:078-921-1611 FAX:078-921-1609

3. 計測結果

(1) 風向・風速の概況

樹脂ブロックの補強効果を検証するにあたって、補強前および補強後の風速・風向条件に近いデータをそれぞれ 12 時間ずつ抽出した。抽出したデータの風向・風速の概況を表 1 に示す。

表 1 風向・風速の概況

計測日時	10 分間 平均風速 の平均値	瞬間最大 風速 の平均値	瞬間最大 風速 の最大値	風向 概況
2010.11.28 0:00～12:00 (補強前)	3.9 m/s	9.8 m/s	17.1 m/s	南西～ 南南西
2010.12.11 12:00～24:00 (補強後)	3.8 m/s	9.8 m/s	16.2 m/s	南西～ 南南西

(2) 応力頻度分布

選定した計測期間内における応力頻度分布を図 4 に示す。ここでは、計測対象とした鉄塔の竣工が 2000 年であったため、これまでの供用期間を考慮して、12 時間の計測データを 10 年相当に換算して表示した。また、補強効果を検証するための指標として、等価応力範囲の算出結果を図 5 に示す。等価応力範囲 $\Delta\sigma_{req}$ は、JSSC の疲労設計指針^[2]に基づいて、SN 線図の傾き $m=3$ として算出した。これらの結果より、以下のことがわかる。

- 1) 一般部の応力頻度分布に着目すると、発生頻度は僅かに差異があるものの、応力レベルは補強前と補強後で同等である。よって、補強効果を検証する上で、外力条件としては、ほぼ同等と見なすことができる。
- 2) 溶接止端近傍の応力頻度分布に着目すると、補強後は、発生応力レベルが下がる傾向にあることがわかる。溶接止端近傍の等価応力範囲は 70%程度に低減する。

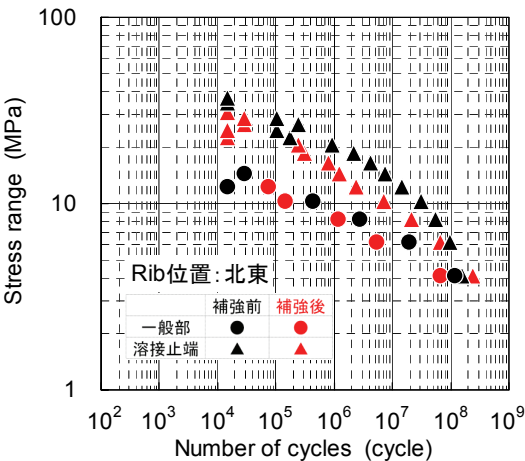


図 4 応力頻度分布

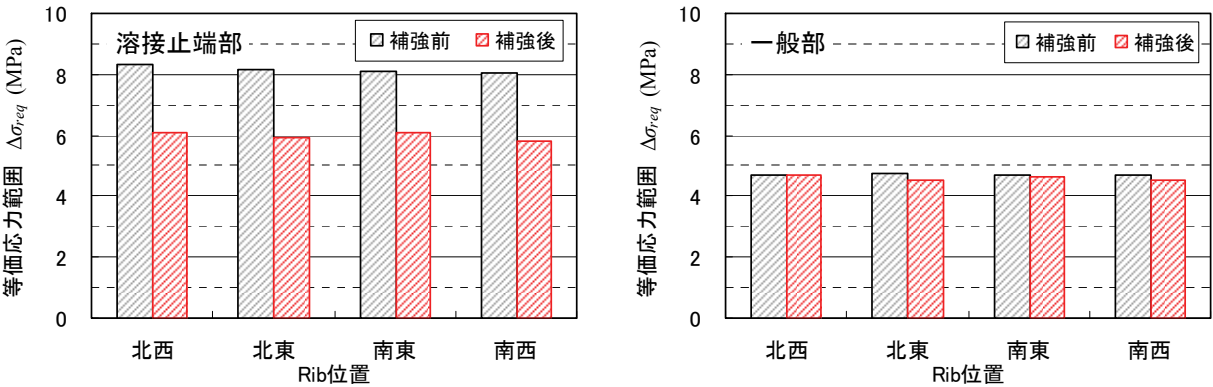


図 5 等価応力範囲

4. まとめ

樹脂ブロック補強により溶接止端近傍の等価応力範囲は 70%程度に低減できることがわかった。これは、当該継手構造が JSSC の G 等級に相当^[3]するとすれば、樹脂ブロック補強により約 2 ランク (E 等級) の疲労強度向上 (疲労寿命 3 倍) となり、溶接止端をグラインダ仕上げした以上の効果が期待できる。

参考文献

[1] 沢井, 村岸, 道場, 梅田, 大垣, 杉浦, 下里: 鋼床版垂直補剛材への樹脂補強ブロックの適用検討, 土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, I-538, 2006.9

[2] 日本鋼構造協会: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 技報堂, 1993.

[3] 日本鋼構造協会: 鋼橋付属物の疲労, JSSC テクニカルレポート No.81, 2008.7