

二次部材接合用の省力化組立てインサート 「ロクロックインサート™」 Assemble Insert for Connecting Secondary Members “Loc-Lock Insert”

渋市 克彦
田中 嘉一
(設計本部)
齋藤 元嗣
(設計本部)

Katsuhiko Shibuichi
Yoshikazu Tanaka
Mototsugu Saito

1. はじめに

鉄骨部材をRC部材に取り付ける際、RC部材側に雌ネジのインサートを埋め込み、接合ボルトにより部材間のせん断力を伝達する方法が一般的に用いられている。ただし、比較的安価に市販されている既製品のインサートは、中高層建物での適用が認められず、免震部材の接合などで用いられる組立てインサート (Fig. 1 参照) の適用を求められることがある。組立てインサートは大きな引張力が作用する箇所にも使用できる一方、構成要素が多く比較的高価である。そこで、せん断力の伝達が支配的な鉄骨二次部材の接合部に用途を限定して、中高層建物にも使用でき、簡易かつ安価な「ロクロックインサート™ (以降、本インサート)」を開発した。

2. ロクロックインサートの概要

従来の組立てインサートとの比較を Fig. 1 に、本インサートの構成を Photo 1 に示す。構成要素は六角ボルトと高ナットのみであり、六角ボルト頭から高ナットまでの距離 (以降、離間距離) を確保した後に、加締め (カシメ) により一体化する。ここで加締めとは、プレス機で高ナットに窪みを設け、嵌合部を局部的に塑性変形させる工程である。加締めを行うことで嵌合したボルトの回転を防ぐことができるため、インサート施工過程において離間距離が変動せず、施工管理が容易になる。なお本工法の名称は、「六角ボルトを加締めて「ロック」することに由来している。

本インサートの使用例を Fig. 2 に示す。本インサートは、RC梁と鉄骨小梁、RC梁と鉄骨間柱、RC柱と鉄骨耐風梁など、インサートに生じる応力としてせん断力が支配的な鉄骨二次部材の接合部に用いる。六角ボルト径の適用範囲は M16~M24 であり、必要なせん断耐力に応じてボルト径を使い分ける。また強度区分は 4.8 以上のものを用いる。

3. ロクロックインサートの設計法

本インサートの使用箇所は、せん断力の伝達が支配的な鉄骨二次部材の接合部に限定しているが、ガセットプレートに生じるせん断力に起因する曲げモーメントの偶力により、インサートには引張力も生じる。そこで本イ

ンサートの設計法を検討するにあたり、インサートの引抜き試験¹⁾や、せん断力と引張力が同時に作用する組合せ応力試験²⁾を実施した。本インサートの設計法は、試験結果を踏まえ、各種合成構造指針³⁾に示される頭付きアンカーボルトの設計法に準じて構築した。

本インサートの引張耐力は、鋼材の降伏耐力により定

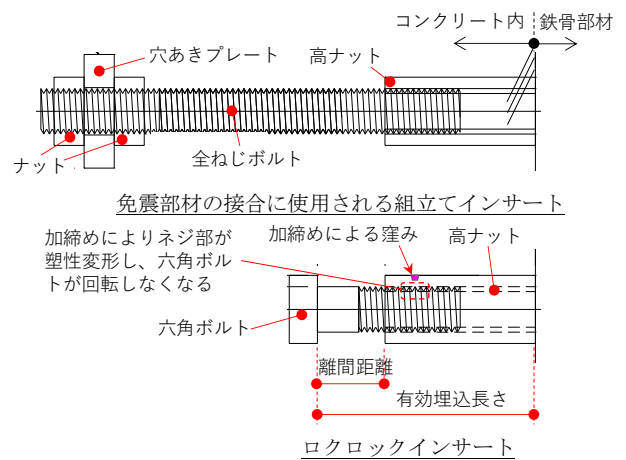


Fig. 1 従来のインサートとの比較
Comparison with Conventional Inserts

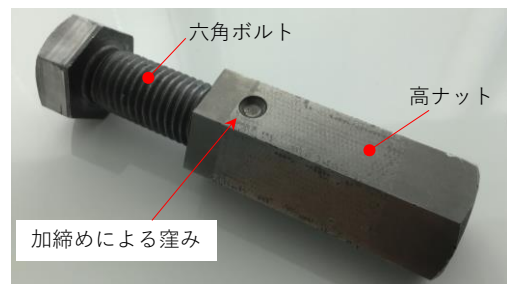


Photo 1 ロクロックインサートの構成
Configuration of “Loc-Lock Insert”

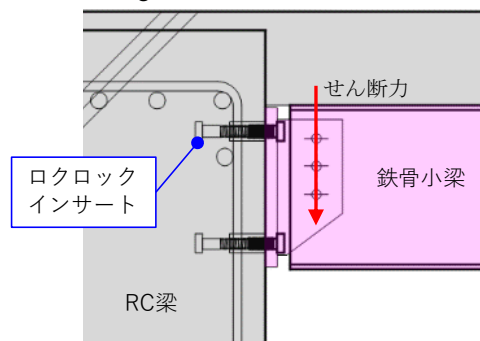


Fig. 2 ロクロックインサートの使用例
Examples of use of “Loc-Lock Insert”

まる耐力 p_{a1} と、コンクリートのコーン状破壊により定まる耐力 p_{a2} 、および六角ボルトの頭から高ナット間のコンクリートごと抜出す耐力 p_{a3} のうち最小値を採用する。ここで、 p_{a3} の算定に用いるコンクリートせん断強度は、計算値に対する余裕度が最も低い試験体について、計算値/実験値がほぼ 1.0 となるように、コンクリート圧縮強度の 0.75 倍と設定した。引抜き試験時の実験値と計算値の比較を Fig. 3 に示す。上記の通り、拔出し破壊で最も余裕度の低い試験体については、実験値/計算値がほぼ 1.0 であるが、その他の試験体についてはいずれも計算値が実験値を安全側に評価できていることがわかる。

設計において、クリティカルになりやすい p_{a2} や p_{a3} は、インサートの有効埋込長さおよび離間距離を変化させることで調整でき、発生する引張力に対して適切な長さを設定する。

また、インサートにせん断力と引張力が同時に作用する場合は、式(1)を満たすことを確認する。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^a + \left(\frac{q}{q_a}\right)^a \leq 1 \quad (1)$$

ここで、 p_a ：引張力のみが作用した際の設計耐力、 q_a ：せん断力のみが作用した際の設計耐力、 p ：インサートに作用する引張力、 q ：インサートに作用するせん断力、 a ：係数（本インサートの設計においては 1 とする）

文献³⁾では $a=2$ として設計してよいとされているが、試験結果を安全側に評価できるように本インサートの設計においては 1 を採用した。さらに引張力が支配的にならない配慮として、 p は $0.5 p_a$ 以下とする。すなわち、Fig. 4 に示す範囲が本インサートの適用範囲となる。Fig. 4 には組合せ応力試験結果も併せて示す。いずれも実験値に対して安全側の評価が出来ていることがわかる。

4. ロクロックインサートの運用

本インサートは、建物規模による制限なく使用することができる。インサートを構成する六角ボルトの適用範囲は M16～M24、強度区分 4.8 以上である。またインサートを埋め込むコンクリートの適用範囲は設計基準強度 21N/mm^2 以上であるが、実験確認範囲の上限が 36N/mm^2 であるため、それを超える場合は設計上 36N/mm^2 とし耐力を算定する。

本インサートは適切な加締めが行えるかなどの基準に適合した工場にて製造する。工場にて製造されたインサートは、所定の製品検査がなされた上で現場に搬入される。工場での製品検査、および現場での受入検査において、検査項目はインサートの有効埋込長さおよび離間距離と、加締めにより高ナットに設けられた窪みの径と深さであり、所定の検査フローに基づき可否を判定する。窪みのサイズが適切であれば、六角ボルトに $100\text{N}\cdot\text{m}$ のモーメントをかけても回転しないことが確認されている。よって、型枠設置後など以降の工程において、有効埋込長さ

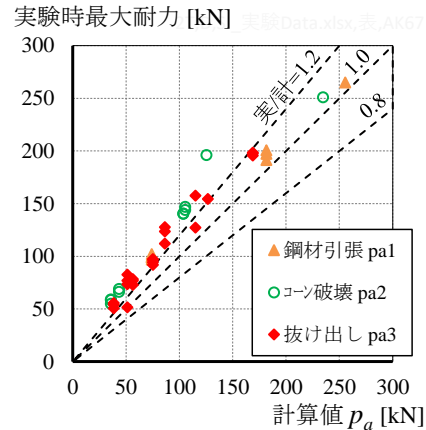


Fig. 3 引張試験における実験値と計算値の比較
Comparison of Experimental and Calculated Values in Tensile Tests

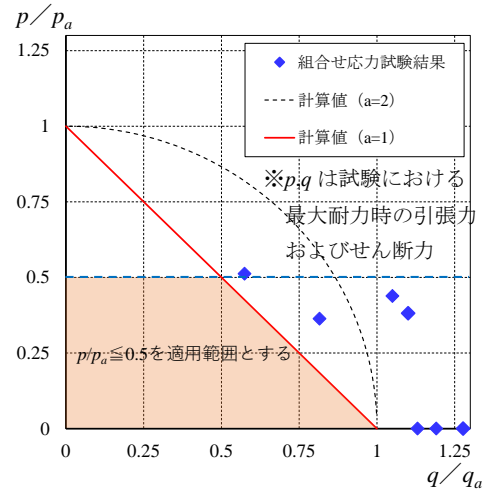


Fig. 4 本インサートの適用範囲
Spheres of Application of "Loc-Lock Insert"

および離間距離の確認を省略することが出来る。

5. おわりに

せん断力の伝達が支配的な鉄骨二次部材の接合部に用途を限定し、中高層建物にも使用でき、簡易かつ安価に製造可能な「ロクロックインサート」を開発した。本技術は日本建築総合試験所にて建築技術性能証明を取得済みである。今後は上記条件の現場で使用し、低コスト化に資する所存である。

参考文献

- 1) 齋藤元嗣, 他: 省力化嵌合インサート工法の開発(その1 引張試験), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp47~48, 2023.9
- 2) 渋市克彦, 他: 省力化嵌合インサート工法の開発(その2 組合せ応力試験), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp49~50, 2023.9
- 3) 日本建築学会: 各種合成構造設計指針・同解説, 2010