

軽量プッシュグリップ 1 の開発

(株)IHI 建材工業 正会員 ○山口隆一 (株)IHI 建材工業 正会員 小西智樹 (株)IHI 建材工業 正会員 小林一博

1. 背景および目的

セグメントに用いられるプッシュグリップ 1 (以下, PG1) はシールドトンネル用のリング継手として多くの実績を積み重ねてきており, ピンボルト径のバリエーションも豊富である。しかし, ピンボルト径が大きい場合は必然的に継手の質量が大きくなる。また, PG1 には RC セグメント用と SSPC, IC セグメント用の 2 種類があり, これらの主な違いはアンカーの有無やスリーブの形状である。図 1 に現状の PG1-M30 タイプの形状図を示す。図 1 より SSPC, IC 用 PG1 のスリーブは RC 用よりもコンパクトである。ここで, M30 タイプのスリーブは RC 用, SSPC, IC 用ともに難溶接性の材料を用いている。

今回, RC 用 PG1-M30 タイプ (強度区分 10.9) の軽量化を目的として SSPC, IC 用 PG1 のスリーブを溶接可能な材質に変更し, アンカー鉄筋をスリーブに直接溶接する構造の検討を行った。本稿はそれについて報告するものである。

2. FEM 解析

2.1 解析要領

ピンボルト降伏荷重作用時のスリーブの発生応力を把握することを目的として FEM 解析を行った。図 2 に解析モデル図を示す。解析モデルはピンボルト, クサビおよびスリーブをモデル化範囲とした軸対象モデルとした。ここで, クサビとスリーブの要素の界面には接触要素を用いた。また, 解析はスリーブ外径をパラメータとし, Abaqus/standard を用いた線形解析とした。

2.2 解析結果

例としてスリーブ外径 $\Phi 84\text{mm}$ の場合の周方向応力コンター図を図 3 に, スリーブ外径とスリーブ周方向応力の関係を図 4 にそれぞれ示す。ここで, 図 4 はスリーブの内側表面のうちで最大値となる箇所とスリーブの外側表面のうちで最大値となる箇所の周方向応力を抽出したものである。

図 3 および図 4 より, スリーブ内側表面の周方向応力はスリーブ外側表面のそれよりも大きく, スリーブの外径が大きくなるにつれてスリーブに発生する周方向応力は低下する。これらの結果と鍛造材の材料強度や RC の拘束効果等を鑑みて, スリーブ外径 $\Phi 76, \Phi 80, \Phi 84, \Phi 88\text{mm}$ とした継手供試体を製作し, 次章に示す挿入引張試験によって性能を確認することにした。

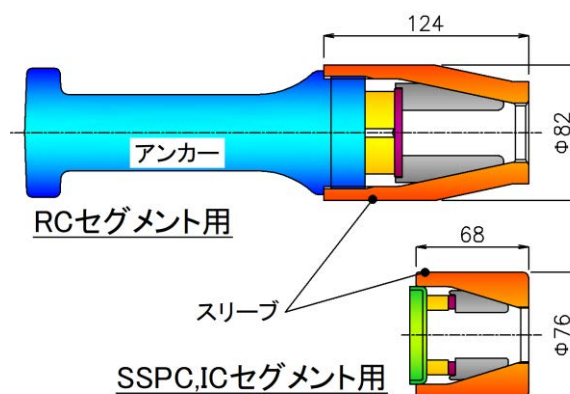


図 1 PG1 形状図 (M30 タイプ)

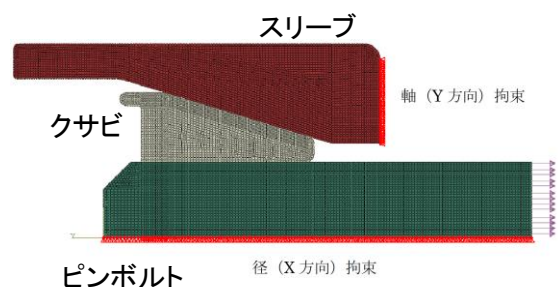


図 2 解析モデル図

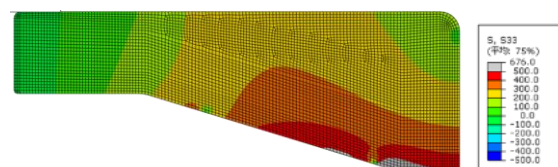


図 3 スリーブ周方向応力コンター図 ($\Phi 84\text{mm}$)

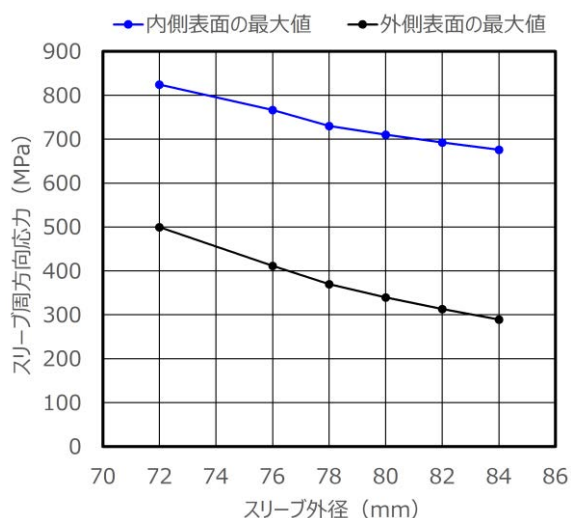


図 4 スリーブ外径とスリーブ周方向応力の関係

キーワード リング継手, FEM 解析, 挿入引張試験, RC セグメント
連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国二丁目 10 番 14 号 (両国シティコア) (株)IHI 建材工業 TEL 03-6271-7240

3. RC 埋め込み挿入引張試験

3.1 試験概要

試験はスリーブ外径 $\Phi 76$, $\Phi 80$, $\Phi 84$, $\Phi 88\text{mm}$ の継手供試体(いずれもアンカー筋を溶接)を図5に示すRC躯体に埋め込んだもので行った. RC躯体に用いた鉄筋はSD345とし, 試験時のコンクリート圧縮強度は51.9MPaであった. ここで, 挿入引張試験における偏心量は0mmとし, 計測項目は荷重および変位とした. 引張試験状況を写真1に示す.

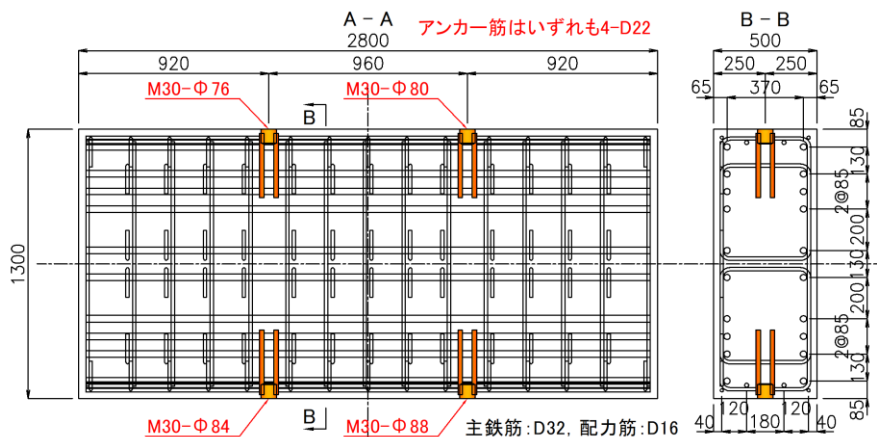


図5 挿入引張試験に用いたRC躯体

3.2 試験結果

挿入試験の結果を図6に示す. 図6より, 挿入変位5mm程度で挿入荷重の増加は緩慢となり, 挿入変位34mm程度で挿入が完了した. ここで, 各試験体の最大挿入荷重の平均値は6.4kNであった. 引張試験の結果を図7に示す. 図7より, 最大引張荷重の平均値はピンボルトの引張強度を超えた690kNであり, 破壊モードはピンボルトの破断であった. また, ピンボルト降伏荷重まで概ね線形挙動を保ち, スリーブ外径の影響は小さかった. これらより軽量化したRC用PG1-M30タイプは良好な力学的性能を有することが確認できた.

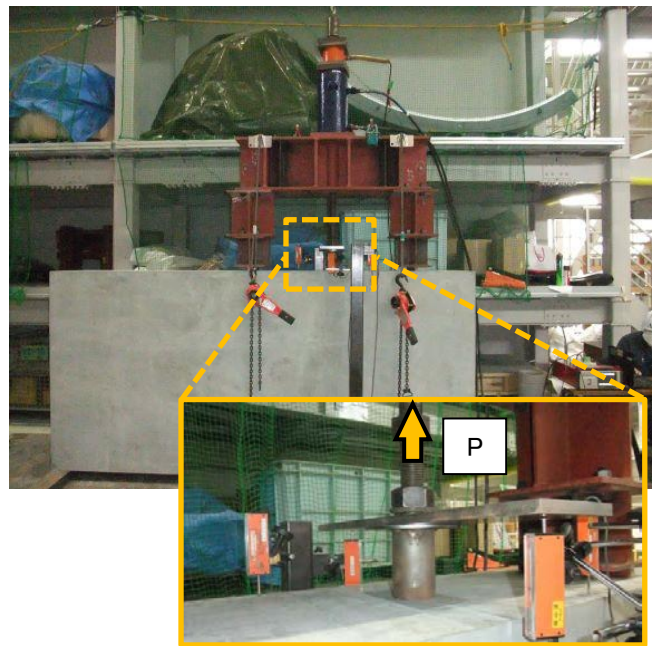


写真1 RC埋め込み引張試験状況

4. 結論

RC埋め込み試験の結果, 軽量化したRC用PG1(M30)の最大挿入荷重の平均値は6.4kNであった. 最大引張荷重はピンボルトの引張強度を超え, 破壊モードは全てピンボルトの破断であった. また, ピンボルト降伏荷重まで概ね線形挙動を保ち, スリーブ外径の影響は小さかった. これらより軽量化したRC用PG1-M30タイプは良好な力学的性能を有することが確認できた. なお, スリーブ外径 $\Phi 76\text{mm}$ の場合, 現状よりも29%軽量化が可能である.

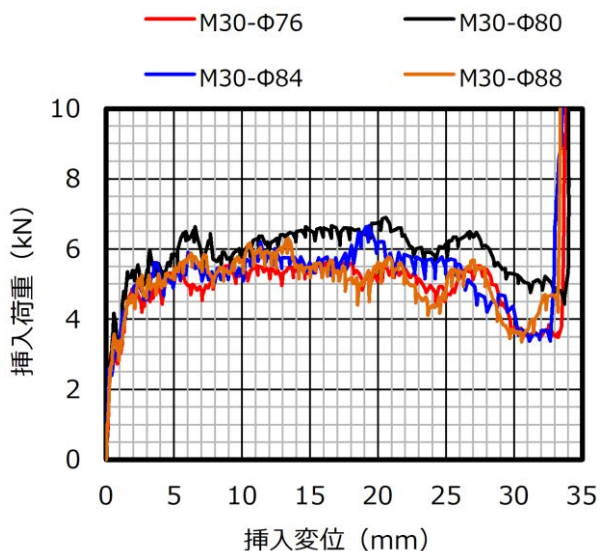


図6 挿入試験結果

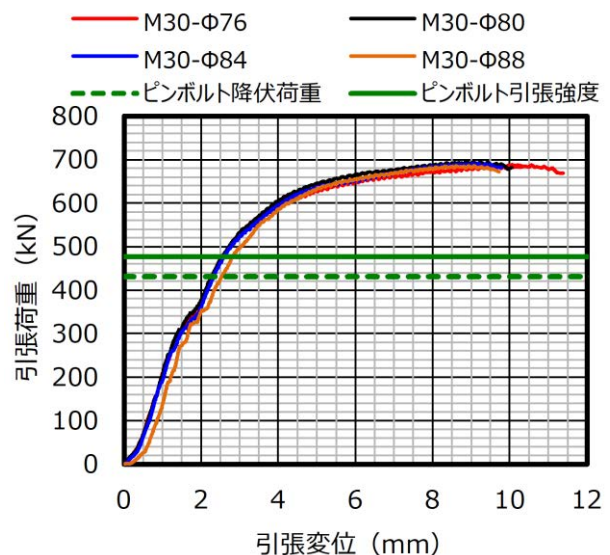


図7 引張試験結果