

## 6号砕石を有するポーラスコンクリートとコルゲートチューブの付着性能について

愛知工業大学 正会員 ○山本 貴正 会員外 鈴木 啓太 千原 隼  
豊田工業高等専門学校 正会員 大畑 卓也 会員外 白田 太

## 1. はじめに

前報<sup>1)</sup>に引き続き、ポリプロピレン製のコルゲートチューブ(CT)内をグラウトし、その芯に鉄筋を挿入した補強筋(鉄筋内蔵 CT)とポーラスコンクリート(POC)の付着性能について、片側引抜き試験を通じて実験的に検討した。その結果を前報データ<sup>1)</sup>と併せて報告する。以下、明記しない限り、統計学的な推定・検定の有意水準は5%とする。

## 2. 実験について

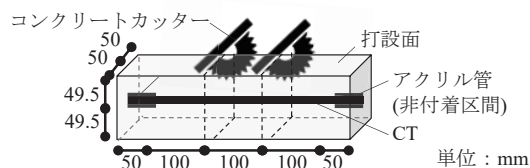
異形棒鋼 D6、公称外径 10.2mm の CT を有する鉄筋内蔵 CT と 6 号砕石を有する POC の片側引抜き試験を実施した。前報の実験(以下、予備実験)、本報の実験(以下、本実験)ともに、結合材およびグラウト材の水セメント比はそれぞれ 35% および 45% である。予備実験の POC の配合空隙率は 20%、本実験の配合空隙率は 0%、10%、15% および 20% とした。同一条件試験体数は 3 である。なお、本実験の POC は、各配合空隙率の結合材が同一となるように、既報<sup>2)</sup>の方法で混練している。使用材料かつ POC の練り混ぜ方法は前報と同一である。予備実験では、非付着区間の有無を、実験要因・水準としている。

公称内寸 100mm×100mm×400mm の長方形型枠に練り混ぜた POC を打設し、引抜き試験体を成形した。ここでは、混練した POC を、型枠に 2 層 50 回突きで詰め込み、その後、各型枠の上面に揃うようにならし、打設方向の高さが 95mm となるように、バイブレーションタンパによる表面振動締固め(起振力 1.23kN)を施している。POC 打設時に、型枠板の両側に非付着区間となる長さ 50mm のアクリル管を配置した。本実験では、長方形試験体を材齢 3 週後、図-1(a)(b)に示す予備実験と同様に、コンクリートカッターで計画した寸法になるように切断している。なお、本実験では長手方向に二分割した。続いて、鉄筋無挿入の CT 内に、足踏注入器でグラウトを注入し、その直後、D6 を芯に挿入している。

JCI-SP02-1 の容積法に準拠して空隙率試験を実

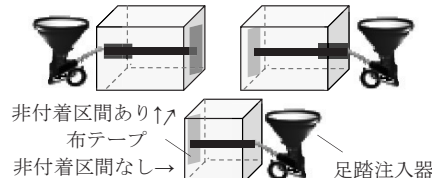
施した。予備実験では、測定した空隙率(容積法空隙率)のばらつきを検討するため、コンクリートカッターで切断する前と後で、それぞれ材齢 1 週間間隔で空隙率試験を計 3 回試行した。本実験では、切断後に 1 回実施した。なお、この空隙率試験実施後に、CT 内をグラウトし、D6 を挿入している。

引抜き荷重は、図-2 に示すように、CT に挿入されている D6 に与えた。また、引抜き性状に及ぼす試験体表面の凹凸の影響を抑えるため、球座と試験体の間に厚さ 3.0mm のゴム板を介している。付着長さは、既往研究<sup>3)</sup>を参考にして、CT の公称径の 10 と 15 倍程度の 100mm と 150mm とし計画した。



切断前に容積法空隙率試験を1体につき3回試行  
本実験：長手方向に2分割(設計長さ200mm)

## (a) 長方形試験体切断



グラウト材注入前に容積法空隙率試験を1体につき3回試行  
本実験：容積法空隙率は引抜き試験体1体につき1回

## (b) 切断後のグラウト材注入(後に鉄筋挿入)

図-1 引抜き試験体の作製の概略(予備実験)

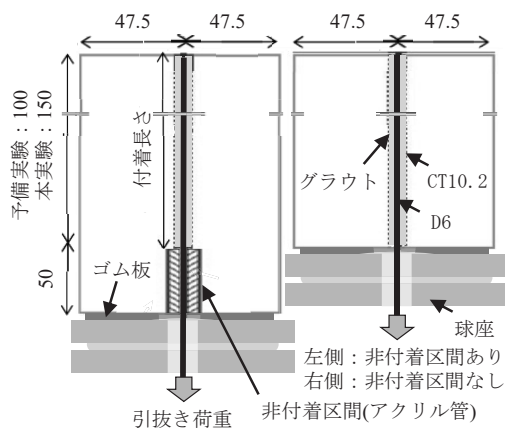


図-2 片側引抜き試験の概要

表-1 引抜き試験体の空隙率試験結果(予備実験)

| 切断前の長方形試験体 |          |       |      |          |      | 引抜き試験体(長方形試験体切断後)  |          |       |      |          |                    |          |          |       |      |          |      |            |            |
|------------|----------|-------|------|----------|------|--------------------|----------|-------|------|----------|--------------------|----------|----------|-------|------|----------|------|------------|------------|
|            |          |       |      |          |      | 非付着区間あり(公称長さ150mm) |          |       |      |          | 非付着区間なし(公称長さ100mm) |          |          |       |      |          |      |            |            |
| <i>m</i>   | <i>s</i> | $\mu$ | 信頼区間 | $\sigma$ | 信頼区間 | <i>m</i>           | <i>s</i> | $\mu$ | 信頼区間 | $\sigma$ | 信頼区間               | <i>m</i> | <i>s</i> | $\mu$ | 信頼区間 | $\sigma$ | 信頼区間 | <i>max</i> | <i>min</i> |
| (%)        | (%)      | (%)   | (%)  | (%)      | (%)  | (%)                | (%)      | (%)   | (%)  | (%)      | (%)                | (%)      | (%)      | (%)   | (%)  | (%)      | (%)  | (%)        | (%)        |
| 30.0       | 0.38     | 31.0  | 29.1 | 2.40     | 0.20 | 31.1               | 0.05     | 31.2  | 30.9 | 0.32     | 0.03               | 31.1     | 0.12     | 27.7  | 27.1 | 0.74     | 0.06 | 27.5       | 27.3       |
|            |          |       |      |          |      | 31.0               | 0.13     | 31.3  | 30.6 | 0.79     | 0.07               | 31.1     | 0.10     | 28.3  | 27.8 | 0.65     | 0.05 | 28.2       | 28.0       |
| 29.7       | 0.17     | 30.1  | 29.3 | 1.10     | 0.09 | 30.7               | 0.17     | 30.3  | 31.1 | 1.07     | 0.09               | 30.9     | 0.10     | 28.3  | 27.8 | 0.65     | 0.05 | 28.2       | 28.0       |
|            |          |       |      |          |      | 30.3               | 0.12     | 30.6  | 30.0 | 0.74     | 0.06               | 30.4     | 0.17     | 27.6  | 27.2 | 1.08     | 0.09 | 28.5       | 28.1       |
| 27.8       | 0.17     | 28.2  | 27.4 | 1.08     | 0.09 | 27.6               | 0.35     | 26.7  | 28.4 | 2.17     | 0.18               | 27.9     | 0.17     | 28.7  | 27.8 | 1.08     | 0.09 | 28.5       | 28.1       |
|            |          |       |      |          |      | 27.4               | 0.02     | 27.5  | 27.4 | 0.13     | 0.01               | 27.5     | 0.17     | 27.4  | 27.4 |          |      |            |            |

*m*:標本平均 *s*:標本標準偏差  $\mu$ :母平均  $\sigma$ :標準偏差 *max*:最大値 *min*:最小値

### 3. 実験結果・考察

#### 3.1 容積法空隙率

表-1 に、予備実験の長方形試験体の切断前と切断した後の引抜き試験体の容積法空隙率を示す。各切断後の3体について容積法空隙率の平均値の差を検定すると、長方形試験体の3体中2体は、有意差なしとはいえない。このことから、長方形試験体のPOCは、本研究の作製方法では、長さ方向の空隙率の分布が、ばらつきやすいと推察される。

#### 3.2 最大・0.2%D相当付着応力度

図-3 に、引抜き試験体の最大付着応力度および0.2%D相当付着応力度<sup>1)</sup>と容積法空隙率の標本平均の関係を示す。なお、予備と本実験の試験体を併せて示してある。図中の実線は、非付着区間ありの群の最小二乗法により算出した指数近似線を表している。相関係数[*r*]は、非付着区間ありの群の各種付着応力度と容積法空隙率の対数を対象として算出している。各種付着応力度は、付着区間の表面積に対する各種引抜き荷重である。全試験体ともに最終破壊状況は、CTの引抜き破壊であるため、表面積をCTの付着区間の周長と付着区間長の積とした。周長は、CT10.2の公称径と円周率の積である。

同図より、非付着区間ありの群の各種付着応力度と容積法空隙率はそれぞれ負の相関が認められる。母相関係数の信頼区間は、最大付着応力度では-0.21~-0.80、0.2%D相当付着応力度においては-0.32~-0.84である。また、非付着区間なしの群は、比較的、各種付着応力度がそれぞればらついていることが見受けられる。これらは、載荷板からの応力が不均一であるためと考えられるが、試験体数が少ないこともあり、今後、再検討する必要がある。ただし、最大付着応力度が降順で上位2体を除外する

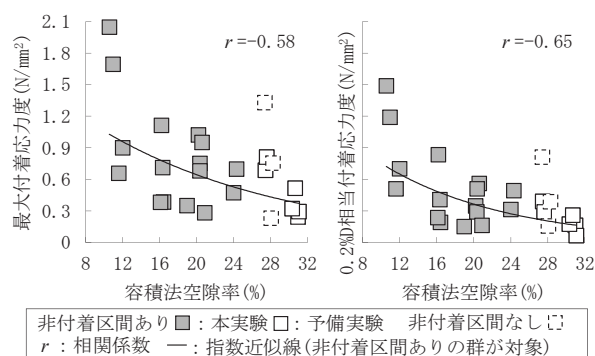


図-3 各種付着応力度と容積法空隙率の関係

と、非付着区間ありの群の最大付着応力度と容積法空隙率は無相関となる。このことから、前項の空隙率の分布、また既往研究<sup>3)</sup>において、荷重端側から自由端側に向かって鉄筋のひずみが小さくなる結果が得られていることを踏まえると、最大付着応力度が決定する荷重端側のCTとPOCの界面付近における空隙率の分布がばらついている可能性があるとして推察される。

### 4. おわりに

前報に引き続き、鉄筋内蔵CTとPOCの付着性能について、片側引抜き試験を通じて検討した。その結果、最大付着応力度は、CTとPOCの界面付近における空隙率の分布の影響で、ばらつきやすい可能性があるなどの知見を得た。

**謝辞** 本研究の一部は、科学研究費補助金(基盤C, 研究課題番号21K04343)の助成による。

**参考文献** 1)千原,他4名:AIJ東海支部研究報告集,第60巻,pp.56-59,2022.2 2)山本,他2名:コンクリート工学年次論文集,Vol.42, No.1, pp.251-256,2020 3)小川,他2名:コンクリート工学年次論文集,Vol.17, No.1, pp.701-706,1995