

## 後施工横向き樹脂アンカーボルトの引抜き・せん断耐力

川崎製鉄㈱ 正会員 岡本勝昭, 正会員 春日知男, 正会員 ○谷敷多穂

## 1. はじめに

製鉄プラントなどの機械基礎においては、各種機械を基礎に固定する方法としてその殆どが建築工事などで使用される物よりも比較的大口径のアンカーボルトによって行われており、アンカーボルトの設置に多大な時間を要しているのが実情である。このような背景を踏まえて登場してきたのが後施工樹脂固定アンカーボルトであり、工事期間の短縮や工事の安全化の一端を担っているばかりでなく、最近では老朽化設備の改修や増設などに数多く使用されるようになり、鉛直施工のみならず横向きの施工も必要になってきた。しかしながら横向き施工時の強度特性に関するデータが少ないため、今回その強度特性を載荷実験により確認できたのでここに報告致します。

## 2. 実験概要

供試体として樹脂の種類と図-1のように樹脂充填方法の異なる2種類を選定し、表-1のすような穿孔径・埋込長で3つのサイズについて引き抜きおよびせん断実験を行った。た。充填樹脂およびボルトの物性値は表-2の通りである。尚、実験時のコンクリート強度は $210 \text{ kg/cm}^2$ である。

表-1 供試体一覧表

| 記号   | 充填方法 | ボルト径 | 数量(本) | 穿孔径(mm) | 埋込長(mm) | 充填樹脂   | ボルト材質 | ボルト形状   |
|------|------|------|-------|---------|---------|--------|-------|---------|
| BS20 | あと充填 | M20  | 各3    | 40.7    | 200     | エポキシ   | SS400 | 全ネジ切り   |
| BS30 |      | M30  | 各3    | 53.2    | 300     |        |       | 先端1/2切り |
| BS42 |      | M42  | 各3    | 64.7    | 630     |        |       | (切筋ネジ)  |
| CS20 | 同時充填 | M20  | 各3    | 23.0    | 200     | ポリエステル | SS400 | 全ネジ切り   |
| CS30 |      | M30  | 各3    | 40.7    | 350     |        |       | 先端45°切り |
| CS42 |      | M42  | 各3    | 53.2    | 630     |        |       | (切筋ネジ)  |

表-2 使用材料の物性値等

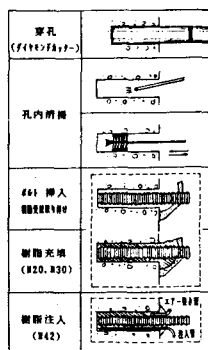
## (1) 充填用樹脂(硬化温度20℃時)

| 種別     | 可硬化時間(min) | 硬化時間(H) | 圧縮強度( $\text{kg/cm}^2$ ) |
|--------|------------|---------|--------------------------|
| エポキシ   | 30~60      | 5~10    | 250(24H), 800(6H)        |
| ポリエステル | 4~5        | 1~2     | 550(1H), 900(1H)         |

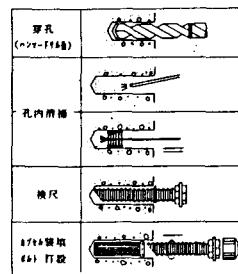
## (2) ボルト

|                           | M20       | M30  | M42    |
|---------------------------|-----------|------|--------|
| 降伏点強度( $\text{kg/cm}^2$ ) | 2400以上    |      | 2200以上 |
| 引張強度( $\text{kg/cm}^2$ )  | 4100~5200 |      |        |
| 有効直径 (cm)                 | 1.84      | 2.77 | 3.91   |
| 有効断面積 ( $\text{cm}^2$ )   | 2.66      | 6.03 | 12.01  |

〔あと充填方式〕



〔同時充填方式〕



## 3. 結果および考察

引抜き実験結果は表-3に示すように、いずれの供試体もボルト素材の下限引張強度以上で破壊を起こしており、鉛直施工時の結果<sup>1)</sup>と同等の強度を有する。しかしながら、あと充填方式が全てボルト突き出し部の破断であるのに対し、同時充填方式のM30およびM42はコンクリートと充填樹脂の付着切れによるボルトの抜け出しを生じた。抜け出したボルトは図-2のように、樹脂硬化迄の孔口からの樹脂漏洩により、ほぼ全長に渡って上面の樹脂充填不良が見られた。

せん断荷重とボルトの水平変位の関係を対数座標上に描いたのが図-3、図-4である。同時充填方式はあと充填方式よりもややせん断パネが小さい。また、殆どの供試体において明確な2つの降伏点が存在する。しかしながら、同時充填方式のM42では降伏点はやや不明確となり、破壊状態も純粋なせん断破壊ではな

図-1 ボルト施工要領図

表-3 引抜き実験結果

| 記号   | 充填方法 | No.1 | No.2 | No.3 | 平均引抜き強度 (tf) | ボルトの破壊状況 | コンクリート破壊形状 |
|------|------|------|------|------|--------------|----------|------------|
| BS20 |      | 12.6 | 11.7 | 12.8 | 12.4         | ボルト破断    | 損傷無し       |
| BS30 | あと充填 | 30.9 | 33.0 | 33.0 | 32.3         | ボルト破断    | コーン状 深さ5cm |
| BS42 |      | 63.0 | 65.0 | 67.0 | 65.0         | ボルト破断    | コーン状 深さ5cm |
| CS20 |      | 12.0 | 11.7 | 12.8 | 12.2         | ボルト破断    | 損傷無し       |
| CS30 | 同時充填 | 32.3 | 31.7 | 31.6 | 31.9         | ボルト抜け出し  | コーン状 深さ5cm |
| CS42 |      | 58.8 | 63.5 | 66.5 | 62.9         | ボルト抜け出し  | コーン状 深さ7cm |

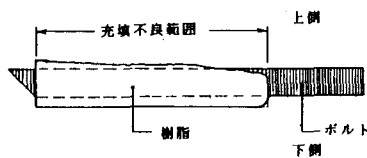


図-2 樹脂充填状況(同時充填M30)

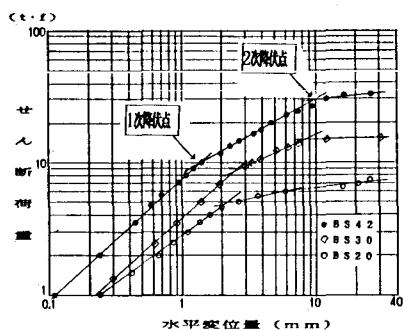


図-3 LogP-LogS 曲線(鉄橋)

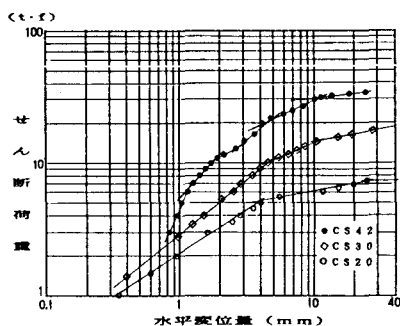


図-4 LogP-LogS 曲線(両橋)

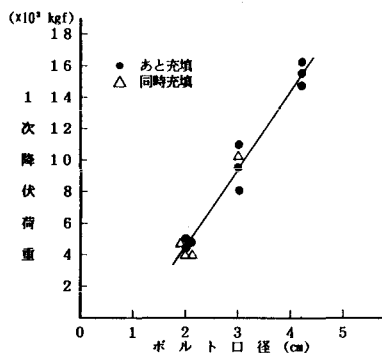


図-5 ボルト径-1次降伏荷重関係

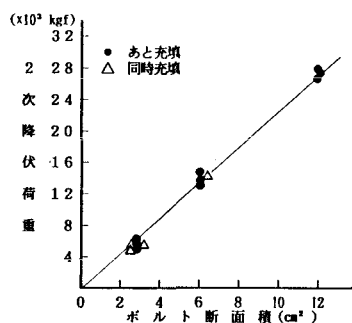


図-6 ボルト径-2次降伏荷重関係

く、曲げをともしせん断破壊であった。これは、引抜き実験の供試体と同様に図-2のような樹脂の充填不良が起因しているものと考えられる。各供試体において現れる2つの降伏点とボルトサイズの関係を整理すると、図-5、図-6にまとめられる。1次降伏点はボルトの口径との相関が強く、ボルト周囲を取り巻くコンクリートの局所的な破壊強度を反映しているものと考えられる。一方、2次降伏点はボルトの断面積と強い相関関係があり、ボルト素材の降伏に起因しているものと推測される。従ってボルトの許容せん断強度の設定においては、両者の検討を行っておく必要があると思われる。

#### 4. おわりに

横向き施工時には樹脂充填方法の違いにより樹脂の充填性が異なり、強度・変形に大きな影響を与えることが明確であり、ボルトの設置方向に合わせて適切な充填方法の選定と充填状態の厳密な施工管理が必要と考えられる。