

プレキャストセグメント工法を適用した開削トンネルP C 圧着接合部の挙動に関する研究

(株)日本ピーエス\* 正会員 寺口 秀明  
 大阪工業大学大学院 学生会員 長井 大  
 大阪工業大学 正会員 井上 晋

1. はじめに

近年、プレキャストセグメント工法は工期短縮と品質向上の社会的要求に答えられる工法として採用が増加している。筆者らは、開削トンネル等の地下構造物にこのプレキャストセグメント工法の導入を検討している。この工法は、プレキャスト部材をプレストレスによる圧着接合で一体化させるものであるが、この種の構造の耐震性能を適切に評価するには接合部の挙動を精度よくモデル化することが重要である。昨年度は、接合部における PC 鋼材の配置や付着特性および目地モルタルの有無が変形特性に及ぼす影響を、PC 鋼材に PC 鋼棒を用いて検討した。本年度は、より実構造に近い形で PC 鋼材に PC 鋼より線を用い、その配置や接合面の圧着力と変形特性の関係について検討したものを報告する。

2. 実験概要

供試体は、実構造物を約 1/3 にモデル化し図-1 に示す寸法で製作した。柱部分とフーチング部分を別々に製作したものを組み立て、PC 鋼材を配置、緊張して一体化を図った。供試体は、PC 鋼材の配置および接合面の圧着力をパラメータとして 5 体製作した。

PC 鋼材の配置は、図-1 b) に示す集中配置と分散 4 本配置および分散 8 本配置の 3 種類とした。集中配置は、PC 鋼より線 17.8mm を 2 本、分散 4 本配置は、PC 鋼より線 12.7mm を 4 本、分散 8 本配置は、PC 鋼より線 9.3mm を 8 本配置した。導入張力は、2 ケースを考え想定構造物の死荷重時応力度と同程度のレベルを P とし、降伏荷重の 25% 程度とした。また、その 2 倍のレベルを 2P とした。供試体はすべて目地を設け、その目地は 15mm のモルタル目地とした。また PC 鋼材緊張後グラウトを充填することによりすべてボンドタイプとした。供試体数は計 5 体で、諸元を表-1 に示す。

載荷方法を図-2 に示す。水平ジャッキによる載荷は、ひび割れ発生荷重時までには荷重制御とし、その後は 8mm を基本変位幅とした変位制御で行った。載荷は 8mm の整数倍で各 3 回繰り返しを行う正負交番漸増型載荷とした。

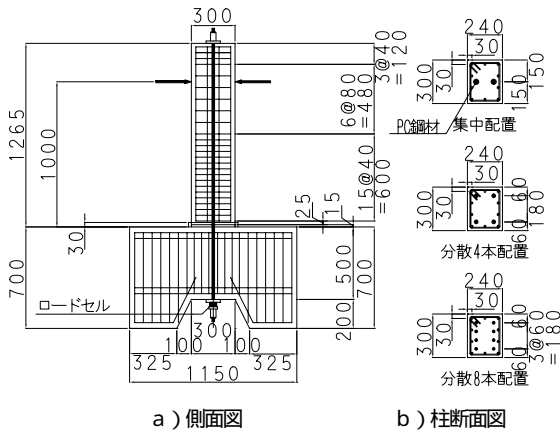


図-1 代表的な供試体の寸法、配筋、PC 鋼材配置

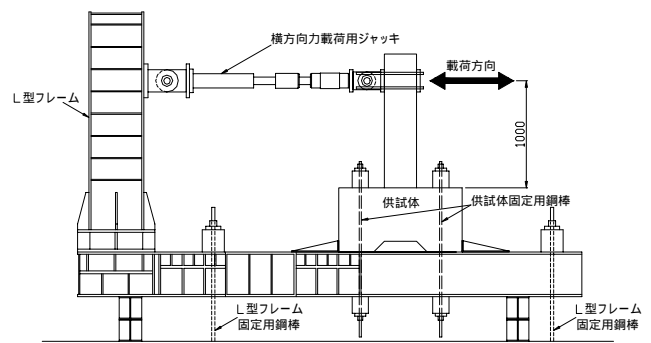


図-2 載荷方法

表-1 供試体諸元

| 供試体名        | PC 鋼材配置 | 付着の有無 | 目地の有無 | コンクリート強度 f'c(N/mm <sup>2</sup> ) | プレストレス量 pc(N/mm <sup>2</sup> ) | 最大荷重(kN) |      | PC 鋼材         | 載荷形式 |
|-------------|---------|-------|-------|----------------------------------|--------------------------------|----------|------|---------------|------|
|             |         |       |       |                                  |                                | 計算値      | 実測値  |               |      |
| C-B-J-P     | 集中      | 有     | 有     | 43.6                             | 2.78                           | 68.2     | 54.8 | SWPR19L17.8×2 | 漸増3  |
| C-B-J-2P    | 集中      | 有     | 有     | 43.6                             | 5.56                           | 77.5     | 70.6 | SWPR19L17.8×2 | 漸増3  |
| D(4)-B-J-P  | 分散      | 有     | 有     | 43.6                             | 2.78                           | 80.9     | 72.4 | SWPR7BL12.7×4 | 漸増3  |
| D(4)-B-J-2P | 分散      | 有     | 有     | 43.6                             | 5.56                           | 80.9     | 84.7 | SWPR7BL12.7×4 | 漸増3  |
| D(8)-B-J-P  | 分散      | 有     | 有     | 43.6                             | 2.78                           | 80.9     | 72.8 | SWPR7AL9.3×8  | 漸増3  |

キーワード プレキャストセグメント工法、開削トンネル、P C 圧着接合、変形特性

連絡先 〒532-0003 大阪市淀川区宮原 4-3-12 新大阪明幸ビル (株)日本ピーエス大阪支店技術施工部 TEL06-6396-5015

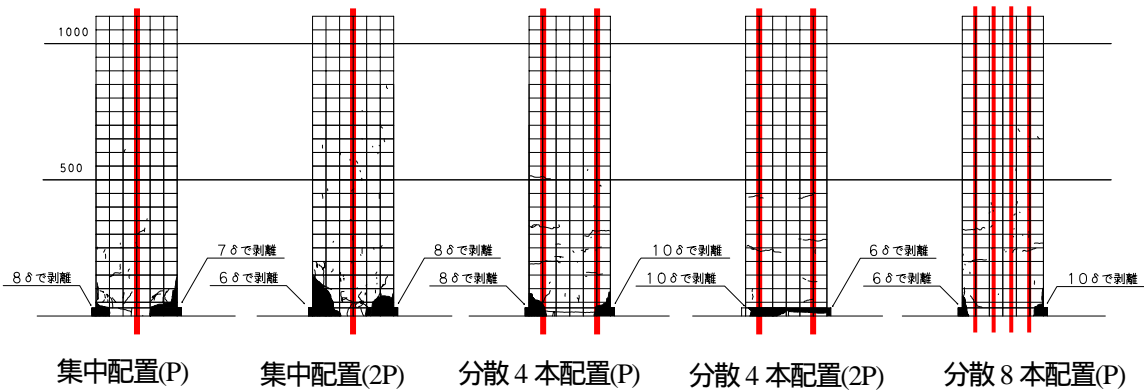


図 - 3 載荷終了時の損傷およびひび割れ状況

3. 実験結果

全供試体の載荷終了時の損傷およびひび割れ状況を図 - 3 に示す。

PC 鋼材配置で比較すると、分散配置は曲げひび割れが発生したのに対し、集中配置にはそれは認められなかった。また、曲げひび割れが発生した分散配置では、分散 8 本より分散 4 本の方がひび割れ本数が多かった。これは鋼材配置位置が柱断面の断面引張縁に近いことと鋼材 1 本あたりの増加応力が影響していると考えられる。さらに破壊領域は、分散配置より集中配置の方が大きくなった。これは圧縮領域に PC 鋼材が存在している場合は、PC 鋼材も圧縮力を負担すること、また圧縮領域が減少し中立軸が PC 鋼材位置よりも上側になった場合でも PC 鋼材のコアコンクリートに対する拘束効果があること等が影響しているためと考えられる。

プレストレス導入による接合面圧着力の大小について比較すると、集中配置については、圧着力が大きいほど基部の破壊領域が大きくなった。これは初期状態で柱部材の断面圧縮縁に発生している圧縮力が大きいいため、基部の圧壊に至るまでの応力上の余裕が小さいことが原因と考えられる。一方分散 4 本配置ではその反対に圧着力が小さい方が基部破壊領域が大きくなる傾向となったが明確な理由は定かではない。

集中配置と分散配置の荷重 - 変位関係を図4に、荷重 - PC 鋼材張力関係を図5に示す。集中配置は強い原点指向性を示したのに対し、分散配置では載荷荷重が大きくなると残留変形が生じるようになった。これは図5に示す分散配置のPC 鋼材の応力が降伏強度を超えていることと一致した。

また集中配置では最大荷重後の荷重低下の勾配が分散配置より急になった。これは図5に示す集中配置のPC 鋼材の張力が增加から減少に転じていることと図3に示す破壊領域が大きくなったこととよく整合する結果となった。

図5よりPC 鋼材の張力が増加した時点がグラウトとの付着切れがロードセルに達した時点と考えると何れの供試体も2~3 となった。PC 鋼材径の違いによる付着力の明確な差は確認できなかった。

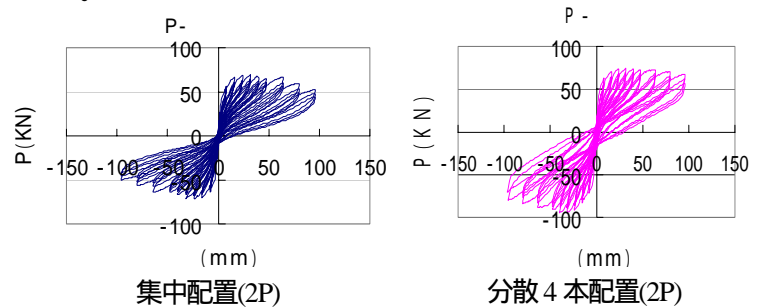


図 - 4 荷重 - 水平変位関係

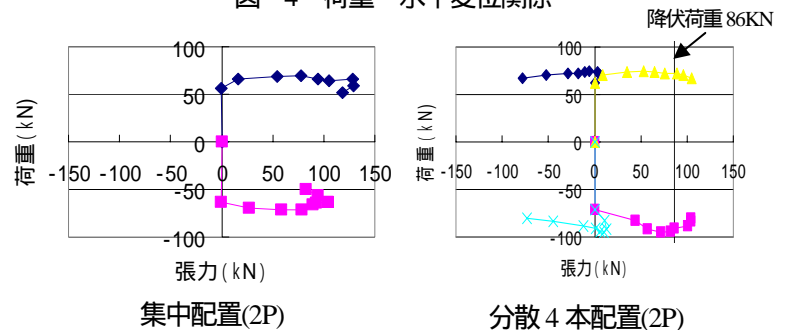


図 - 5 荷重 - PC 鋼材張力関係

4. 結論

PC 鋼材は、グラウト充填を実施しても比較的早い段階で付着切れを起こしアンボンド挙動となる。ただし分散配置の場合は、降伏させないよう適切な緊張レベルで張力を導入する必要がある。

PC 鋼材配置は、圧縮領域に PC 鋼材を配置した分散配置とすることで PC 鋼材にも圧縮力を負担させ部材の損傷を抑え耐震性能を向上させることが可能になる。