

補強部材を取り付けた RC 梁の剛性評価

J R 東日本(株) 正会員 ○藤江 幸人  
J R 東日本(株) 正会員 井口 重信  
J R 東日本(株) 正会員 岡澤 亮太

1. はじめに

既存の RC 桁への剛性付加を目的として、補強部材をジベル筋等で接合して曲げ剛性を向上させる場合がある。そのような場合、既設 RC 桁と補強部材の境界面ですべりや離れが生じ、全断面を一体として施工した場合よりも剛性が低下するのが一般的である。そこで、RC 梁と補強部材をジベル筋等で接合した場合の曲げ耐力や曲げ剛性の向上効果を調べるため、2 点曲げ載荷試験を行ったので以下に記す。

2. 実験概要

試験体の略図と諸元を、図-1 及び表-1 に示す。試験体は、CASE1 が既設 RC 梁（以下、既設部）と補強部材（以下、補強部）をジベル筋で接合したもので、CASE2 が PC 鋼棒を緊張して接合したものである。PC 鋼棒には 1 本当たり 50kN の緊張力を与え、シーす内にグラウト材を注入して補強部と一体化させた。接続方法以外はいずれも同一の諸元とした。既設 RC 梁と補強部材は別々に製作し、両者の境界面はコンクリート仕上げ面のままとした。補強部材は梁軸方向に 5 分割されており、その目地部分にはグラウト材を充填して固定した。既設 RC 梁および補強部材内部の鉄筋には、主要な箇所にひずみゲージを貼付し、載荷時のひずみ計測を行なった。載荷は、支点のスパンを 5.0m、載荷点のスパンを 1.0m とし、既設部に直接載荷した。

3. 実験結果と考察

3. 1 荷重-変位

各ケースの荷重-中央変位の関係を図-2 に示す。CASE1, CASE2 ともに 100kN までは荷重-中央変位関係傾向を示した。CASE1 では 520kN で最も桁端部に近いジベル筋が降伏し、776kN で軸方向鉄筋がスパン中央付近で降伏した。CASE2 では PC 鋼棒は緊張せずに 1186kN で同様に軸方向鉄筋がスパン中央付近で降伏した。CASE1, CASE2 ともに補強部上端のスパン中央から 500mm 付近の位置でコンクリートが圧壊して最大荷重に達した。なお、CASE2 では試験終了時まで PC 鋼棒は降伏しなかった。

表-1 試験体諸元

|                              | CASE1                | CASE2                 | 記事     |
|------------------------------|----------------------|-----------------------|--------|
| 断面寸法(mm)                     | B=650, H=350         |                       |        |
| コンクリート強度(N/mm <sup>2</sup> ) | 55.1                 | 55.0                  | 補強部と同じ |
| グラウト強度(N/mm <sup>2</sup> )   | 38.4                 | 40.4                  |        |
| 既設部                          |                      |                       |        |
| 軸方向鉄筋(引張側)                   | SD345 D29×8本         |                       |        |
| 降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )     | 369.2                |                       |        |
| せん断補強鉄筋                      | SD345 D13×2組125mmピッチ |                       |        |
| 降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )     | 367.3                |                       |        |
| 補強部                          |                      |                       |        |
| 断面寸法(mm)                     | B=150, H=600         |                       |        |
| 長さ(mm)                       | L=1090×5枚            |                       |        |
| 軸方向鉄筋(引張側)                   | SD345 D22×2本         |                       |        |
| 降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )     | 379                  |                       |        |
| せん断補強鉄筋                      | SD345 D13×1組125mmピッチ |                       |        |
| 降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )     | 367.3                |                       |        |
| 接続鋼材                         |                      |                       |        |
| 種別                           | ジベル筋                 | PC鋼棒                  |        |
| 径・本数                         | SD345 D13×45本        | SBPR1080/1230 φ13×45本 |        |
| 降伏強度(N/mm <sup>2</sup> )     | 367.3                | 1215                  |        |

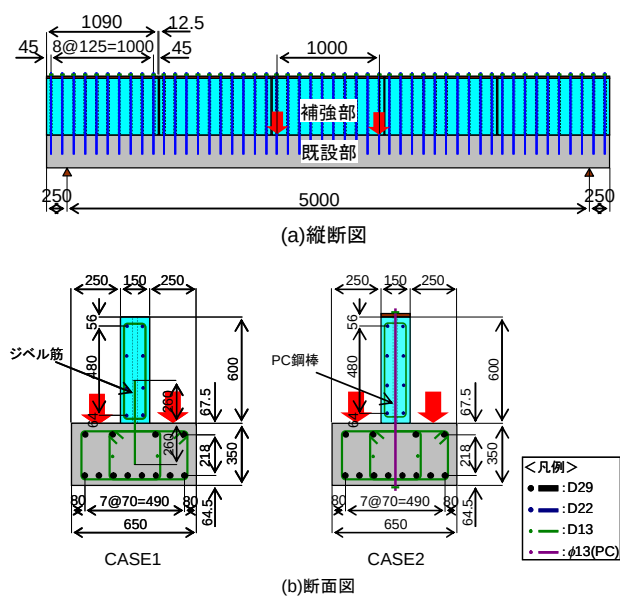


図-1 試験体略図

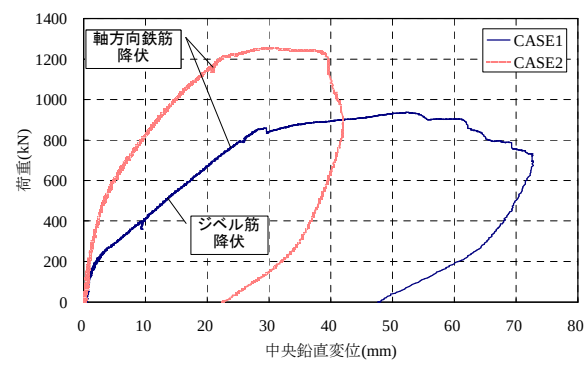


図-2 荷重-中央変位

キーワード PRC 桁, 補強, 曲げ剛性

連絡先 〒370-0052 群馬県高崎市旭町190番地 J R 東日本(株)高崎土木技術センター T E L (027)-324-6594

3. 2 軸方向ひずみ分布

既設部および補強部の軸方向鉄筋に貼付したひずみゲージの値から求めた、スパン中央断面のひずみ分布を図－3に示す。CASE1では、250kNの時点から既設部と補強部のそれぞれの断面内で、断面高さとしずみが比例関係に近くなった。一方、CASE2では500kNまでは、既設部と補強部の両断面を通して断面高さとしずみが比例関係に近くなった。これは、ジベル筋による接合の場合、250kN 時点から既設部と補強部が別々に近い挙動をするのに対し、PC 鋼棒による接続の場合には、両者が一体に近い挙動を示したためだと思われる。

3. 3 降伏荷重と最大荷重

降伏荷重  $P_y$  と最大荷重  $P_u$  の実験値と計算値を表－2に示す。表－2の計算値のうち、合成部材(c)の値は既設部と補強部が一体構造と考えた場合の値である。CASE1では、実験値(A)は合成構造と考えた場合の計算値(C)に比べて50%程度であったが、CASE2では70%以上であった。

3. 4 曲げ剛性

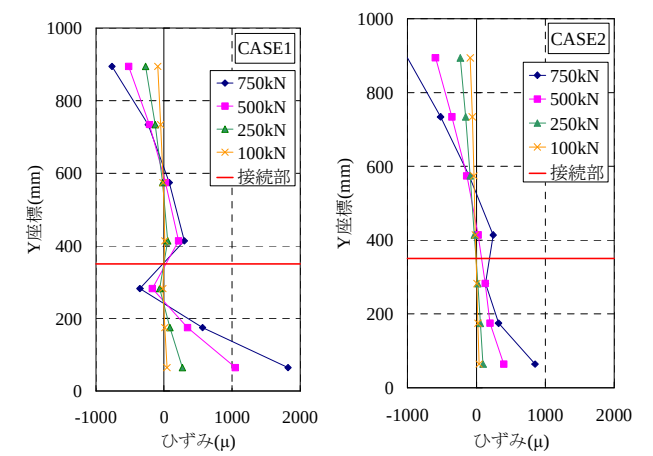
曲げ剛性  $EI$  の実験値と計算値を表－3に示す。計算値は全断面有効と考えた場合の曲げ剛性で、コンクリートの弾性係数  $E_c$  には材料試験結果を用いた。クラック発生前では、CASE1、CASE2ともに既設部のみの曲げ剛性の5倍以上となり、補強により曲げ剛性が向上したが、合成構造と考えた場合に比べると60%程度であった。さらに、実験値は、クラック発生前については、CASE1、CASE2ともにほぼ同じであった。

3. 5 クラック状況

試験終了時のクラック状況を図－4に示す。CASE1、CASE2ともに、荷重初期は既設部中央付近の下縁から上へクラックが伸び、荷重とともにクラック本数および幅が増えていった。CASE1では370kNの時に補強部材の1、2枚目および3、4枚目の目地部からスパン中央方向へ斜め上方に伸びるクラックが生じた。CASE2では568kNのときに、スパン中央の補強部材下縁から鉛直上方に伸びるクラックが生じた。最終的には、CASE1、CASE2ともに補強部上端および既設部上端にコンクリートの圧壊が見られた。

4. まとめ

既設 RC 梁と補強部材をジベル筋もしくは PC 鋼棒で接続して補強した場合、降伏荷重および最大荷重は、既設部のみの場合に比べて大きくなり、接続方法がどちらの場合でも耐力向上の効果は見られた。ただし、合成部材と考えた場合の耐力に比べるとジベル筋で50%、PC 鋼棒で70%の降伏荷重となり、接続方法による差異が現れた。曲げ剛性についても、耐力と同様に剛性向上の補強効果は見られたが、接続方法による差異が小さかった。これについては今後、検証していく予定である。



図－3 軸方向ひずみ分布

表－2 降伏荷重と最大荷重の比較

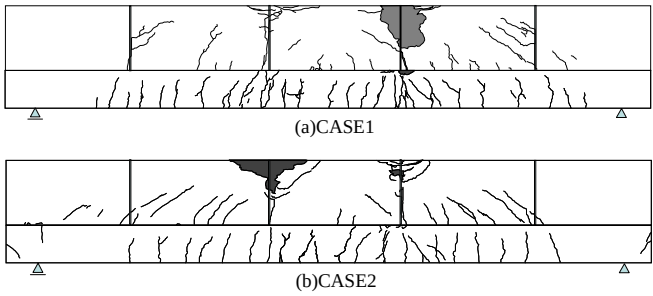
|         | CASE1    |       | CASE2 |       |
|---------|----------|-------|-------|-------|
|         | $P_y$    | $P_u$ | $P_y$ | $P_u$ |
| 実験値(A)  | 776      | 937   | 1186  | 1255  |
| 計算値     | 既設部のみ(B) | 459   | 479   | 479   |
|         | 合成部材(C)  | 1591  | 1739  | 1737  |
| 実験値/理論値 | A/B      | 1.69  | 2.59  | 2.62  |
|         | A/C      | 0.49  | 0.75  | 0.72  |

(単位：kN)

表－3 曲げ剛性の比較

|         | CASE1           |                | CASE2           |                 |
|---------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|         | クラック前<br>(50kN) | 降伏時<br>(776kN) | クラック前<br>(50kN) | 降伏時<br>(1186kN) |
| 実験値(A)  | 5.34E+05        | 1.19E+05       | 5.42E+05        | 1.32E+05        |
| 計算値     | 既設部のみ(B)        | 1.05E+05       | 1.02E+05        |                 |
|         | 合成部材(C)         | 8.87E+05       | 8.57E+05        |                 |
| 実験値/理論値 | A/B             | 5.07           | 5.33            | 1.30            |
|         | A/C             | 0.60           | 0.63            | 0.15            |

(単位：kN・m<sup>2</sup>)



図－4 試験終了時のクラック状況