

水平力分担構造に対する水平力載荷実験 ―本体鉄筋量と補強鉄筋量に着目したケース―

(一財)阪神高速道路技術センター  
阪神高速道路(株)  
九州工業大学

正会員    〇大八木 亮, 服部匡洋, 前川和彦  
正会員    篠原聖二  
正会員    幸左賢二

1. はじめに

橋座部が RC 構造で構成された下部構造のうち、落橋防止装置や横変位拘束構造に代表される水平力分担構造は、押し抜きせん断力についての評価方法が確立されていない。そこで、評価方法の提案に必要な知見を得る目的で供試体実験を実施したが、本稿では、そのうち本体鉄筋量と補強鉄筋量に着目したケースについて述べる。

2. 実験の概要

実験は大阪工業大学八幡実験場にて実施した。模型供試体は実物大相当で、2 ケースを 1 供試体で兼用する構造とし、コンクリートは  $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ 、鉄筋は SD345 を使用した。図-1 に載荷試験の概要を示す。載荷試験は、供

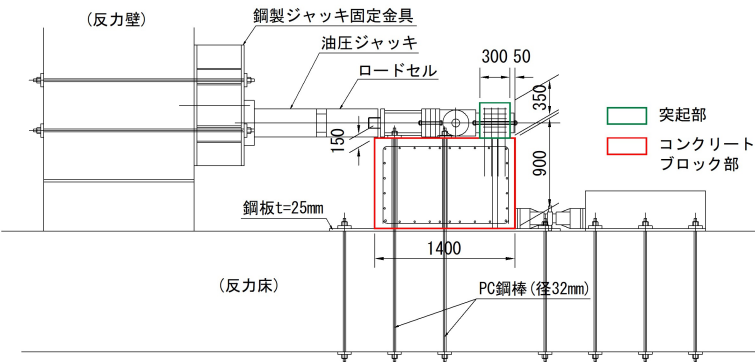


図-1 載荷試験概要

試体コンクリートブロック部を反力床に PC 鋼棒にて緊張固定し、水平方向に設置した油圧ジャッキで、供試体突起部に繰返し漸増載荷を与えることにより実施した。実験ケースを表-1 に示す。全 12 ケース実施した実験のうち、本稿では本体鉄筋量に着目した Case-5～Case-8、補強鉄筋量に着目した Case-9～Case-12 の計 8 ケースについて述べる。また、参考として基準ケースの Case-2 についても併記している。載荷試験では、供試体の変位、鉄筋のひずみ、前面の面外変形、および、ひび割れ状況について計測した。

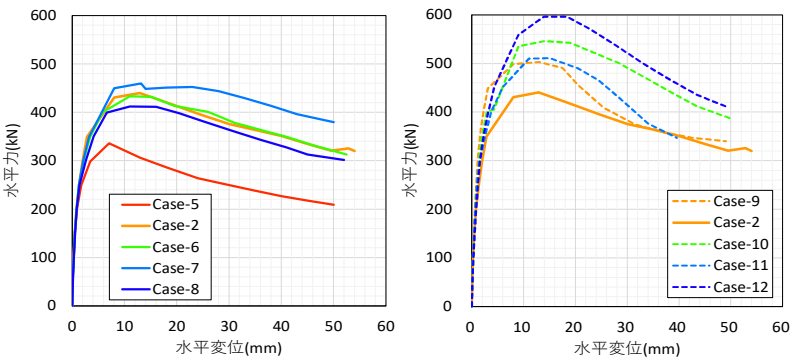
また、載荷試験終了後、突起中心部を加力方向沿いに切断し、破壊面の観察をおこなった。

3. 実験結果および考察

図-2 に水平力-水平変位関係の包絡線を示す。Case-5, 6, 7 に着目すると、最大荷重は Case-5 で 336kN、Case-7 で 486kN となり、本体鉄筋量と最大荷重の大小関係が一致したが Case-8 (412kN) は Case-6 (433kN) と比較しても低い結果となった。Case-9, 10, 12 に着目すると、最大荷重はそれぞれ、503kN, 546kN, 596kN であり、鉄筋量と大小関係が一致した。一方で、Case-11 は最大荷重が 511kN となり、Case-10 と比べて大小関係が逆転した。いずれのケースにおいても、Case-2 (無補強のケース) と比較すると、60～150kN 程度、最大荷重が大きくなり、一定程度の補強効果が見られた。

表-1 実験ケース

| 実験<br>ケース | 本体<br>鉄筋径 | 補強<br>鉄筋径 | 備考                      |
|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| Case-2    | D16       |           | 基準ケース                   |
| Case-5    | D13       |           | 本体鉄筋径に着目                |
| Case-6    | D19       |           |                         |
| Case-7    | D22       |           |                         |
| Case-8    | D25       |           |                         |
| Case-9    | D16       | D16       | アンカー+鋼板補強<br>アンカー鉄筋径に着目 |
| Case-10   | D16       | D19       |                         |
| Case-11   | D16       | D22       |                         |
| Case-12   | D16       | D25       |                         |



(a) Case-5～Case-8 (b) Case-9～Case-12

図-2 水平力-水平変位関係

キーワード：RC 構造物、落橋防止システム、実物大実験、耐荷力評価、耐震補強、鉄筋量

連絡先：(一財) 阪神高速道路技術センター 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4 丁目 5 番 7 号 TEL:06-6244-6060

本体鉄筋量, 補強鉄筋量に着目したケースでそれぞれ最大となった Case-7, 12 と Case-2 について最大荷重時の鉄筋ひずみ量を比較した. 鉄筋方向の定義を図-3 に, 結果を表-2 に示す. 表は鉄筋毎に複数箇所計測した中の最大値を表記した. 結果, Case-2 は上面で降伏したのに対し, Case-7 では軸方向, 横方向ともひずみ量が小さくなり, Case-12 では鉄筋の降伏が見られなかった. よって, 鋼材量を増加させると鉄筋ひずみ量は低下すること, および, 鉄筋が降伏に至るまでに最大荷重を迎える可能性もあることが示唆された.

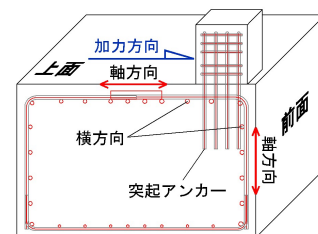


図-3 鉄筋方向の定義

表-2 最大荷重時の鉄筋ひずみ

|         | 鉄筋ひずみ(最大荷重) 単位: $\mu$ |      |      |      |      |
|---------|-----------------------|------|------|------|------|
|         | 軸方向                   |      | 横方向  |      | 突起   |
|         | 上面                    | 前面   | 上面   | 前面   |      |
| Case-2  | 2990                  | 1912 | 3082 | 1611 | 1707 |
| Case-7  | 1992                  | 338  | 1192 | 540  | 2565 |
| Case-12 | 614                   | 614  | 1220 | 654  | 992  |

※降伏ひずみ: 2000  $\mu$  (材料試験結果より)

次に, 最大荷重時と試験終了時における部位毎の損傷状況を Case-2, 7, 12 に対してまとめたものを表-3 に示す. 最大荷重時点について着目すると, 破壊面を形成する中程度の損傷箇所は, Case-2 に比べ, Case-7 は減少し, Case-12 では突起本体以外に目立った損傷が見られなかった. Case-2, 7 については載荷試験終

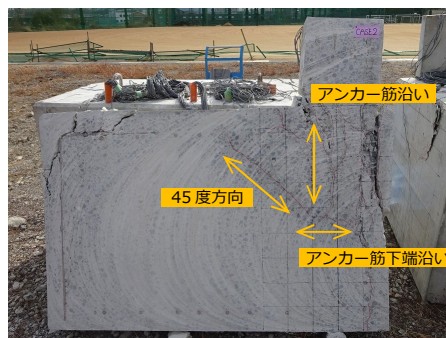
表-3 部位毎の損傷状況

|                        |        |        | Case-2 |       | Case-7 |       | Case-12 |       |
|------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|
|                        |        |        | 最大荷重   | 試験終了時 | 最大荷重   | 試験終了時 | 最大荷重    | 試験終了時 |
| コン<br>ク<br>リ<br>ー<br>ト | 上<br>面 | 突起背面   | 軽微     | 軽微    | 軽微     | 軽微    | 軽微      | 軽微    |
|                        |        | アンカー付近 | 中程度    | 中程度   | 中程度    | 中程度   | 軽微      | 軽微    |
|                        |        | かぶり部   | 中程度    | 中程度   | 中程度    | 中程度   | 軽微      | 中程度   |
|                        | 前<br>面 | 突起近傍   | 中程度    | 中程度   | 軽微     | 軽微    | 軽微      | 軽微    |
|                        |        | 突起遠方   | 中程度    | 中程度   | 中程度    | 中程度   | 軽微      | 軽微    |
| 突<br>起                 | 突起本体   |        | 軽微     | 軽微    | 軽微     | 中程度   | 中程度     | 損傷大   |
|                        | 突起打継部  |        | 軽微     | 中程度   | 軽微     | 中程度   | 軽微      | 中程度   |

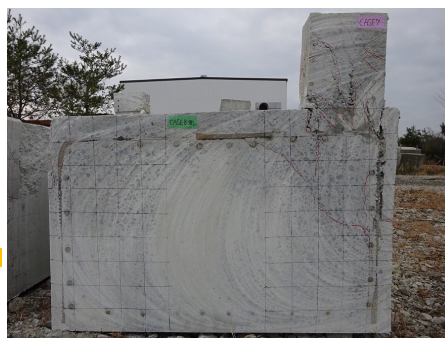
了時点まで, ひび割れ幅, 長さ等の拡大は見られたものの, 程度の大きな剥落等の損傷は見られず, 同様の傾向が続いた. Case-12 は, コンクリートブロック部については載荷試験終了時点までかぶり部の一部で角欠けが生じた以外に目立った

損傷は見られず, 突起部の損傷が拡大して突起全体にひび割れ, コンクリート片の剥落が生じた.

Case-2, 7, 12 における突起中心位置加力方向の切断面を写真-1 に示す. コンクリートブロック部では, 最背面アンカー鉄筋沿いのひび割れ, 最背面アンカー鉄筋下端より背面 45 度方向のひび割れ, アンカー鉄筋下端沿いのひび割れ, が 3 ケースに共通した損傷であった. ただし, 損傷の程度は Case-2 が最も大きく, Case-12 が最も軽微であった. また, Case-2, 7, 12 とも前面かぶり部において軸筋沿いのひび割れが発生したが, Case-2 では部材高さ全体に発生していたのに対し, Case-12 では上縁より鋼板接着部分程度に留まっていた. 一方, 突起部では, Case-2 は背面側打継部付近に損傷が見られるものの概ね軽微であり, 対して, Case-12 においては, 骨材の浮きが見られるなどの著しい損傷が確認できた.



(a) Case-2 突起中心



(b) Case-7 突起中心



(c) Case-12 突起中心

写真-1 切断面状況

#### 4. まとめ

水平力分担構造の載荷試験の結果, 以下のことがわかった. ①最大荷重時点での損傷(ひび割れ)は比較的軽微であり, 鋼材量が多い場合は, 鉄筋が降伏ひずみに到達しないケースもある. ②本体鉄筋量は, 最大耐力に対する感度が小さい一方で, 最大耐力時における本体鉄筋のひずみ量に対しては感度がある. ③アンカーと鋼板を供試体前面に設置した補強により最大耐力の増加は確認でき, 本体鉄筋のひずみ量を抑える効果がある.