

RC ラーメン橋脚梁部のせん断力に関する提案式の検討

○九州工業大学 正会員 幸左賢二 九州工業大学大学院 学生員 坂田秀生
 阪神高速道路公団 正会員 吉原聡 (株)八千代エンジニアリング 正会員 田中克典

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、既設の RC 単柱橋脚、RC ラーメン橋脚には柱部に鋼板巻立て等による耐震補強が実施されており、その結果、ラーメン橋脚梁部は相対的に耐震性が低くなっていることが考えられる。梁部のせん断補強に対する設計手法が明確でないことや、梁上には支承、落橋防止装置等が設置されており、補強は困難であるという問題が生じている。

このような背景を踏まえ、梁のせん断抵抗力を明確にすることを目的に、標準的な柱補強 RC ラーメン橋脚を対象として梁部の帯鉄筋量をパラメータとした(No.1 帯鉄筋比 0.16% , No.2 帯鉄筋比 0.08% , No.3 帯鉄筋比 0%) 実験を実施し、耐力、変形性能、損傷メカニズムを評価した。

2. 実験概要

実験は実物の RC ラーメン橋脚を対象とした 1/8 供試体モデルを作成し、梁端部において一方向水平単調荷重を行った。図 - 1 に No.1 供試体配筋図を示す。荷重方法としては、地震力に相当する慣性力を梁端部において単調水平荷重として荷重を行った。表 - 1 にコンクリートおよび鉄筋の材料特性を示す。

3. 実験結果

図 - 2 に No.1 供試体の損傷進展状況を示す。梁部側面に発生したひび割れが斜め 45 度方向に進展すると同時に開き出しせん断破壊に至った。図 - 3 に各供試体の荷重 - 水平変位関係を示す。計測した降伏変位(δ_y)は梁主鉄筋が降伏に達した時とし、終局変位(δ_u)は実験の荷重 - 変位曲線の包絡線において、荷重が降伏荷重まで低下したときの变位とした。また、実験時のじん性率(μ)は δ_u/δ_y として算出した。じん性率を求めた結果、No.1 供試体では 6.6 であったじん性率が、No.2 供試体では 3.6、No.3 供試体では 2.9 と梁部の帯鉄筋量に応じてじん性率が低下した。一方で最大荷重は No.1 供試体：322kN、No.2：316kN、No.3：280kN と若干低下傾向にあるが、あまり差は見られなかった。実験結果から梁部の帯鉄筋量は、RC ラーメン橋脚の最大耐力にはほとんど影響を与えず、変形性能およびじん性率に大きな影響を与えられ¹⁾。

キーワード：RC ラーメン橋脚、じん性率、せん断耐力

連絡先：九州工業大学 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL, FAX(093)884-3123

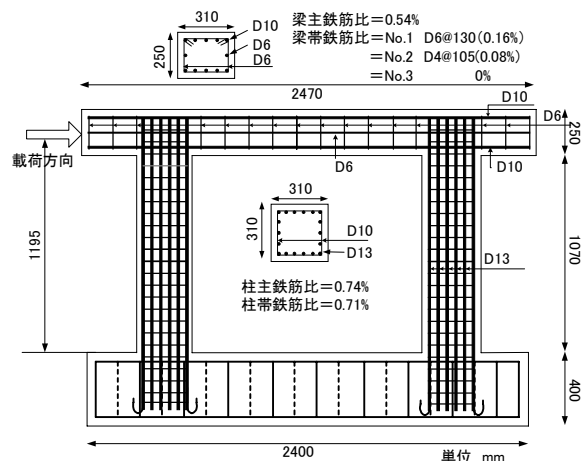


図 - 1 供試体配筋図

表 - 1 材料特性

材料	コンクリート	鉄筋			
		降伏強度: N/mm ² (降伏ひずみ: μ)			
供試体	圧縮強度 N/mm ²	D4	D6	D10	D13
No.1	27.4		380 (1810)	398 (1895)	399 (1900)
No.2	36.6	342 (1630)	357 (1702)	398 (1895)	375 (1786)
No.3	30.6				

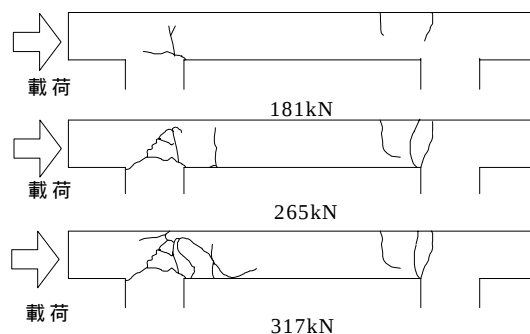


図 - 2 No.1 供試体損傷進展状況

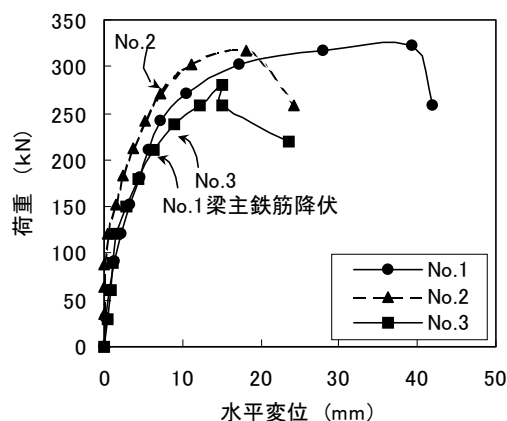


図 - 3 荷重 - 水平変位関係

4. せん断耐力

せん断耐力の算出の際に、No.1 供試体を例に挙げる。実験時と保耐法照査結果とでは、各塑性ヒンジ発生点が異なっている。そこで、実験値により近い挙動に近づけるため、実験時の塑性ヒンジ発生点まで、作用荷重に対してせん断力は増加するとし、塑性ヒンジ発生点から、4つ目の塑性ヒンジ発生点までのP-V関係の傾きを小さくし、4つ目の塑性ヒンジ発生点から再度増加傾向になるような補正を行った。補正結果を図-4に示す。また、補正を行ったP-V、P- δ 関係を図-5に示す。補正を行った結果せん断力は増加した。

以上のような手法を用いてRC ラーメン供試体梁部のせん断力を算出し、V（発生せん断力）-Vs（鉄筋の負担するせん断力）により、コンクリートの負担するせん断力Vcを求めた。その結果を修正道示式、土木学会式によるせん断耐力との比較を含めて図-6に示す。じん性率（ μ ）の増加に伴うコンクリートのせん断力の低下式は、3点を直線近似して以下のように示される。

$$(P-V \text{ 補正なし}) V_c = 66.4 - 5.6\mu \quad \text{単位: kN}$$

$$(P-V \text{ 補正有り}) V_c = 85.7 - 7.7\mu \quad \text{単位: kN}$$

コンクリートのせん断耐力は、修正道示式として提案されている以下の式を用いて算出する。

$$Sc = 10\tau_c \cdot b \cdot d$$

$$= 0.82Pt^{1/3} \cdot (1/d)^{1/3} \cdot \sigma_{ck}^{1/3} \cdot b \cdot d$$

ここで、 τ_c ：コンクリートの負担できる平均せん断応力度、 $Pt^{1/3}$ ：引張鉄筋比に関する補正係数、 $(1/d)^{1/3}$ ：部材の有効高さに関する補正係数、 d ：せん断照査断面幅、 b ：部材の有効高、 σ_{ck} ：コンクリートの圧縮強度式の無次元化を行うため、各式の両辺を道示式より求める3供試体のコンクリート負担せん断耐力の平均値（ $Sc = 49.7\text{kN}$ ）で除した。

$$(P-V \text{ 補正なし}) V_c = (1.34 - 0.11\mu) \cdot Sc \quad (P-V \text{ 補正有り}) V_c = (1.73 - 0.16\mu) \cdot Sc$$

5. まとめ

- (1) 実験結果から梁部の帯鉄筋量は最大耐力ではなく、梁部のじん性能に大きな影響を与えることが明らかとなった。
- (2) 実験結果および保耐法照査結果よりコンクリートの負担するせん断力が低下する傾向が見られ、以下に示す関係式が成立した。また、修正道示式との関係は以下の式で表される。

$$V_c = 85.7 - 7.7\mu \quad \text{単位: kN} \quad (\mu: 1)$$

$$V_c = (1.73 - 0.16\mu) \cdot Sc \quad (\mu: 1)$$

参考文献：(1) 幸左賢二, 田口絢子, 乙黒幸年, 田中克典: RC ラーメン橋脚梁部の耐震性評価, 第26回地震工学研究発表会, pp.917-920, 2001.8

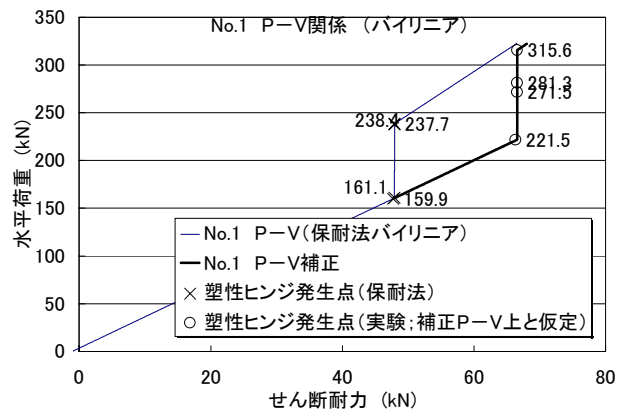


図-4 荷重 - せん断力関係 (No.1)

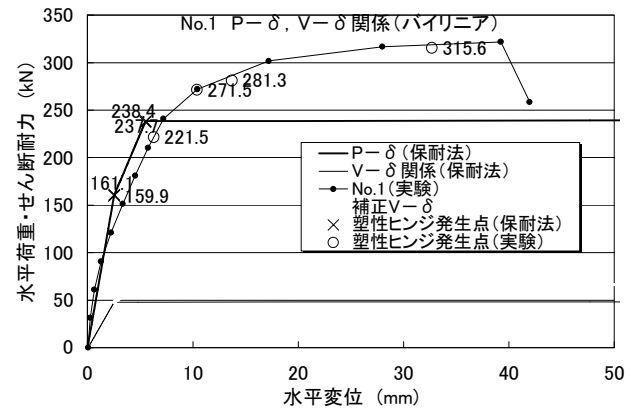


図-5 補正によるP-V、P- δ 関係 (No.1)

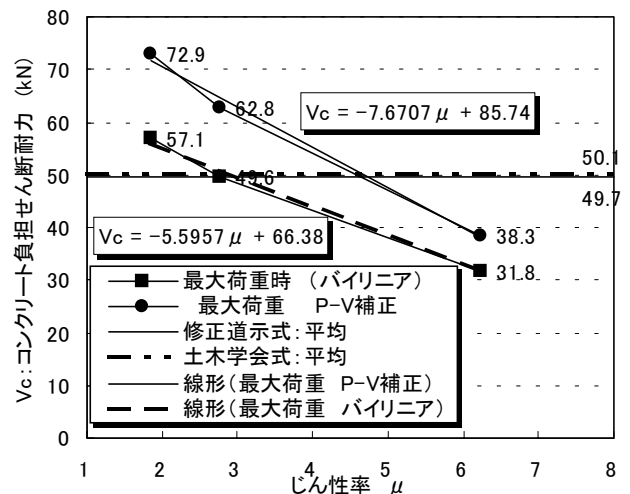


図-6 じん性率に応じたせん断耐力の低下