

## V-261 軽量コンクリートPCはりのせん断強度

鹿島建設技術研究所 正会員 徳山 清治

同 上 正会員 村山八洲雄

同 上 正会員 田原 直樹

## 1. はじめに

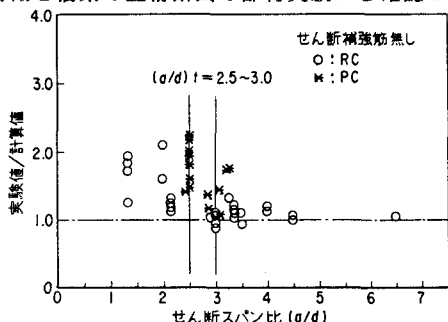
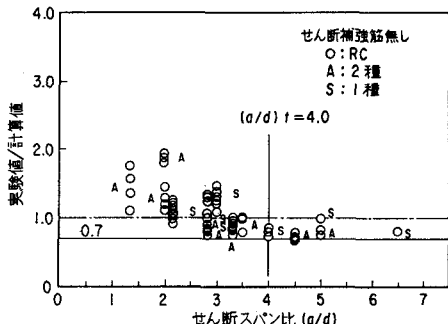
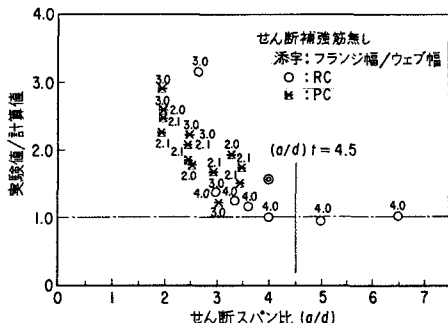
軽量コンクリート(以下、LWC)は、死荷重が支配的荷重となる長大橋梁への適用が有望視されるが、部材設計の観点からは、普通骨材コンクリート(以下、NWC)に比べせん断強度が低いなどの性質も有している。せん断強度は、コンクリート標準示方書(以下、示方書)によればNWCの耐力値に引張強度の低減を考え0.7を乗じて算定してよいとされている。しかし、せん断スパン比  $a/d$  の値によりNWCよりも強度が増加するものもある<sup>1)</sup>。そこで、検貝の考え方<sup>2)</sup>を参考に既往の実験データを整理して、上記のLWC・PCはりのせん断耐力式の適合性を調べ、その特徴を橋梁の主桁断面の部材実験から確認した。

## 2. 既往の実験データの整理

(1)検討方法：約150の実験データについて、せん断耐力値、コンクリートの種類、断面形状、プレストレス量等の要因に着目して、せん断耐力算定式による計算値との比較・検討を行なった。耐力算定式としては、NWCのせん断補強されていないRC矩形はりの耐力式(耐力値 $V_c$ )である二羽式<sup>3)</sup>をもとに行い、プレストレスによる強度の割増し $\beta_n$ は、デコンプレッションモーメント $M_0$ を考慮した $(1+2M_0/M_u)$ で算定した。

(2) $a/d$ の影響：せん断補強筋の無いNWCのRCおよびPC矩形はりのデータについて実験値 $V_m$ と計算値 $V_{cc}(\beta_n \cdot V_c)$ の比 $(V_m/V_{cc})$ を図-1のように $a/d$ で整理した。図中の $(a/d)_t$ は破壊形式がせん断圧縮破壊から斜め引張破壊に移行する遷移領域を示すものと考えられる。 $a/d$ が $(a/d)_t$ よりも小さい領域では破壊形式がせん断圧縮破壊であるため、 $(V_m/V_{cc})$ が1.0を上回り、RCでは従来から言われているように $(a/d)_t$ は2.5~3となっている。また、PCについてはRCに比べ $(V_m/V_{cc})$ が全体に大きく、 $\beta_n$ が安全側の評価になっているためと考えられるが、 $(a/d)_t$ としてはRCとほぼ同様である。LWCのRC矩形はりのデータについて同様の整理を行なうと、図-2のように $a/d$ が3程度までは、 $(V_m/V_{cc})$ が1.0を上回っている。示方書の解説に準じて0.7倍した場合を基準にすると、 $(a/d)_t$ は4程度で図-1のNWCの $(a/d)_t$ よりも大きく、破壊形式の遷移領域がNWCと異なることが推察される。

(3)断面形状の影響：NWCのT形、I形断面はりの実験データの整理結果を図-3、4に示す。 $(a/d)_t$ はNWC

図-1 実験値/計算値と  $a/d$  (矩形、NWC)図-2 実験値/計算値と  $a/d$  (矩形、LWC)図-3 実験値/計算値と  $a/d$  (T・I形、NWC)

の場合は 4.5、LWC の場合には 5.5 程度となっており、いずれも矩形断面の場合よりも大きい。これは、T 形および I 形はりでは  $a/d$  の広い範囲でフランジ部の圧縮破壊が卓越する破壊形式になっているためと考えられる。

### 3. LWC の T 形断面 PC はりのせん断実験

(1) 実験の概要；斜張橋の主桁を想定した T 形断面 PC はりのせん断実験を行なった。試験体の形状寸法、配筋は図-5 に示すとおりで、LWC は粗骨材のみに軽量骨材を用いたものである。 $a/d$  は 4 で、PS 量は実橋レベルの約 6 割（下縁応力度  $80 \text{ kg/cm}^2$ ）である。試験体はせん断補強筋の有無をパラメータとして、LWC 試験体 2 体と比較用に同一寸法の NWC 試験体 2 体を用いた。

(2) 実験結果と考察；表-1 に実験結果を示す。せん断補強筋の無い場合では、各試験体とも斜めひびわれが発生しても、フランジ部がひびわれの進展をおさえ、直ちには破壊しなかったが、その後の荷重点と支点を結ぶ斜めひびわれによって、いわゆる斜め引張破壊に近い破壊形式を示した。LWC 試験体の  $V_m$  は引張り強度の低減係数 0.7 を考慮した算定値の 1.9 倍、NWC では 1.6 倍であった。これら耐力の増加は、図-1、2 に示すように NWC と LWC の違いによる  $(a/d)_t$  の移行と、図-3、4 の矩形断面と T 形断面の違いによる  $(a/d)_t$  の移行により、アーチ的な耐荷機構に因ったためと考えられる（図-3、4、◎印参照）。また、NWC に対する LWC の  $V_m$  は約 80% であり、示方書に示される 0.7 に近い強度低下が確認された。せん断補強筋のある場合、破壊形式はせん断圧縮破壊で、 $V_m$  は、 $V_{sc}$  をトラス理論で考慮した算定値（ $V_{cc}+V_{sc}$ 、ここで  $V_{sc}=12t$ ）を上回った。また、見掛けのコンクリートの負担せん断耐力（ $V_m-V_{sc}$ ）は補強されてない試験体よりも大きく、補強筋によってアーチ的な耐荷機構が維持され、せん断圧縮破壊したと考えられる。従って、LWC の耐力値はコンクリートの圧縮強度が同じであることから、NWC とほぼ同じ値を示したと考えられる<sup>4)</sup>。

### 4. まとめ

既往の実験データおよび部材実験より、LWC・PC はりのせん断耐力は NWC とは  $a/d$  による破壊形式あるいは耐荷機構が異なり、橋梁の主桁断面のようにフランジを有するはりでは、この傾向は著しいことが明らかになった。特に、 $a/d$  が 5 程度以下では、フランジを有する LWC・PC はりのせん断耐力は矩形の NWC・PC はり用の耐力式による算定値  $V_{cc}$  よりも大きくなるため、LWC の引張強度による低減を考慮して更に  $0.7 \times V_{cc}$  するのは、1.4 倍以上の安全率を含んでいると考えられる。

最後に、本稿の執筆にあたり貴重な助言をいただいた山梨大学松貝教授に深く感謝します。

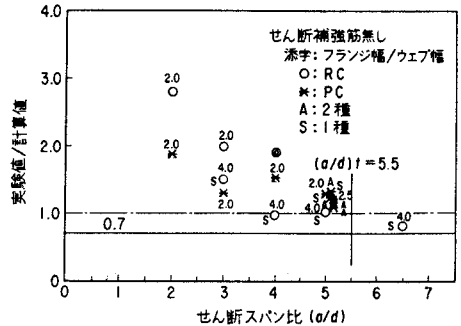


図-4 実験値/計算値と  $a/d$  (T・I 形、LWC)

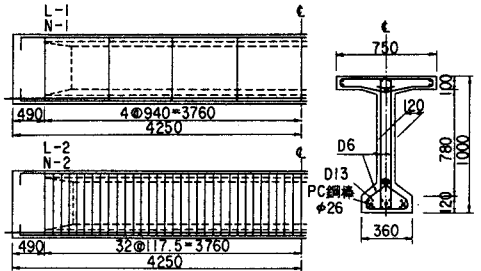


図-5 試験体形状

表-1 実験結果

| 試験体名 | PC 鉄筋<br>材比 $P_p$<br>(%) | 鉄筋比<br>$P_w$<br>(%) | せん断補<br>強筋比 $P_s$<br>(%) | 圧縮強度<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | せん断耐力<br>( $t$ )<br>$V_m = P_{max}/2$ | 計算値<br>$V_{cc}$<br>( $t$ ) | $V_m/V_{cc}$ |
|------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------|
| L-1  | 1.38                     | 1.35                | —                        | 419                          | 23.9                                  | 12.4                       | 1.9          |
| N-1  | 1.38                     | 1.35                | —                        | 401                          | 28.5                                  | 17.7                       | 1.6          |
| L-2  | 1.38                     | 1.35                | 0.45                     | 430                          | 45.7                                  | 24.0                       | 1.9          |
| N-2  | 1.38                     | 1.35                | 0.45                     | 429                          | 46.6                                  | 29.4                       | 1.6          |

参考文献1)村山、他；高強度軽量コンクリート及びこれを用いた RC はりの挙動、鹿島技研年報、1986

2)松貝；鉄筋コンクリートはりのせん断破壊に関する基礎的研究、土木学会論文集、1978, 11

3)二羽、他；せん断補強鉄筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価、土木学会論文集、1986, 8

4)村山、他；軽量コンクリートの T 形断面 PC はりのせん断強度特性、鹿島技研年報、1988