

正負繰り返し荷重を受けるプレキャスト RC 部材接合部の 曲げ変形性能とせん断伝達特性に関する一考察（その2）

（株）大林組 正会員 ○三倉 寛明, 武田 篤史, 西尾 悠吾

1. はじめに

別稿（その1）では、プレキャスト梁部材接合部を有する梁の交番載荷実験を行い、せん断スパン比およびせん断キーの有無が曲げ変形性能に与える影響について報告した。本稿では、当該試験体のせん断伝達耐力に着目し、鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造）¹⁾（以下、RC 標準と称す。）に示されるせん断伝達耐力式と実験結果の関係の考察について報告する。

2. せん断伝達耐力式

RC 標準では、せん断伝達耐力を式(1)としている。

$$V_{cwd} = \{(\tau_c + p \cdot \tau_s \cdot \sin^2 \theta - \alpha \cdot p \cdot f_{syd} \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta) A_c + V_k\} / \gamma_b \quad (1)$$

ここに、 $\tau_c = \mu \cdot f'_{cd} (\alpha \cdot p \cdot f_{syd} - \sigma_{nd})^{1-b}$, $\tau_s = 0.08 f_{syd} / \alpha$, $\alpha = 0.75 \{1 - 10(p - 1.7\sigma_{nd} / f_{syd})\}$ （異形鉄筋の場合は $0.08\sqrt{3} \leq \alpha \leq 0.75$ ）, σ_{nd} : せん断面に垂直に生じる平均応力度, p : せん断面における鉄筋比, A_c : せん断面の面積, θ : せん断面と鉄筋のなす角度, V_k : せん断キーによるせん断耐力 ($V_k = 0.1A_k \cdot f'_{cd}$), A_k : せん断キーのせん断面の断面積, μ : 個体接触に関する平均摩擦係数 ($\mu = 0.45$), f'_{cd} : コンクリートの設計圧縮強度, f_{syd} : 鉄筋の設計引張降伏強度, γ_b : 部材係数, b は面性状を表す係数 ($0 \sim 1$) である。第1項 ($\tau_c \cdot A_c / \gamma_b$) はコンクリートせん断面における伝達力（摩擦力）, 第2項 ($p \cdot \tau_s \cdot \sin^2 \theta - \alpha \cdot p \cdot f_{syd} \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta$) A_c / γ_b はせん断面に交差する鉄筋に生じる軸方向力およびせん断力のせん断面方向成分である。なお、せん断面に曲げモーメントと軸力を受ける場合のせん断伝達耐力 V_{cwd} は、中立軸より圧縮側と引張側に分割してそれぞれのせん断伝達耐力を累加して算定することとされている。

3. 梁試験体のせん断伝達耐力と曲げ変形性能

別稿（その1）に示す梁試験体について、図-1に、式(1)で算出したせん断伝達耐力 V_{cwd} と荷重-変位関係の計算値、実験値の包絡線（1サイクル目）を示す。正負繰り返し荷重を受ける梁部材の軸方向鉄筋が降伏すると、塑性変形により伸び出しが生じ、図-2に示すように梁基部の水平変位が増大し、目地部が離間して徐々

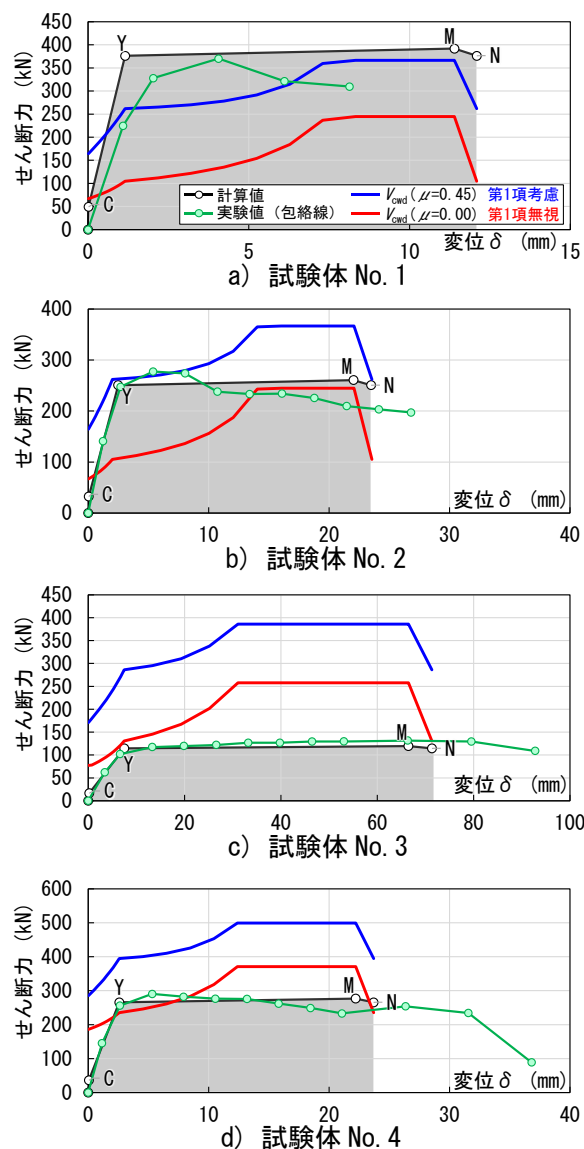


図-1 梁試験体の荷重-変位関係と V_{cwd} の比較
($b=0.00$, $\gamma_b=1.00$)

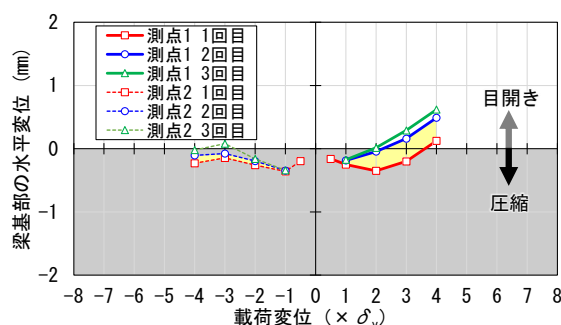


図-2 梁試験体の載荷変位と梁基部の水平変位の関係

キーワード プレキャスト, 部材接合部, せん断伝達耐力, 正負交番載荷, 曲げ変形性能

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ 28 階 B 棟 (株)大林組 TEL03-5769-1305

に摩擦が喪失すると考えられる．そこで、 V_{cwd} は摩擦ありの $\mu=0.45$ （第1項考慮）、完全離間した状態の $\mu=0.00$ （第1項無視）の2ケースを示した．打継面はプレキャスト部材の滑面であるため面性状を表す係数は $b=0.00$ とし、RC標準に従って中立軸より圧縮側の V_{cwd} を考慮し、引張側は無視した．部材係数は $\gamma_b=1.00$ とした．No.4では、せん断キーのせん断耐力 V_k を考慮した．

図-1より、接合部が無い一体打ちRC梁に期待される曲げ変形性能が認められなかったNo.1、No.2は、第1項を無視したせん断伝達耐力 V_{cwd} （ $\mu=0.00$ ）が荷重の計算値を下回った．No.2にせん断キーを追加したNo.4はせん断キーの V_k 分だけ V_{cwd} が増加し、Y点において V_{cwd} （ $\mu=0.00$ ）が計算値の89%で計算値を下回ったが、変位が大きい範囲では荷重の計算値を上回った．別稿

（その1）図-4より、No.4のずれ変位はNo.2と比べて $5\delta_y$ まで小さく抑えられ、別稿（その1）図-3 b), d)より、No.4はNo.2よりも荷重低下が緩やかで曲げ変形性能の向上が認められたが、降伏後 $5\delta_y$ までの1サイクル目以外は荷重が計算値を下回り、所定の曲げ変形性能は認められなかった．これより、No.1、No.2、No.4はせん断伝達耐力 V_{cwd} （ $\mu=0.00$ ）不足により荷重が低下したと考えると、所定の曲げ変形性能を保持できなかった実験結果と整合する結果となった．

一方、 V_{cwd} （ $\mu=0.00$ ）が荷重の計算値を上回るNo.3は、N点に至るまで荷重低下は認められなかった．これより、No.3は十分なせん断伝達耐力を有していたと考え、一体打ちのRC梁に期待される曲げ変形性能を保持できた実験結果と整合する結果となった．

以上より、第1項を無視して評価したせん断伝達耐力 V_{cwd} （ $\mu=0.00$ ）が荷重の計算値を上回る梁試験体は、所定の曲げ変形性能を保持できることを確認した．

4. 柱試験体のせん断伝達耐力と曲げ変形性能

ここで、図-3に示す光森ら²⁾の正負交番載荷実験のNo.2試験体を対象とし、柱基部に目地を有するプレキャスト柱接合部のせん断伝達特性について検証した．試験体は、 $\square 600 \times 600\text{mm}$ 、 $p_t=1.11\%$ 、 $p_w=0.793\%$ 、 $a/d=3.39$ 、鉄道RCラーメン高架橋を想定してスラブ等の死荷重相当の軸圧縮応力 2.0N/mm^2 を導入している．柱基部にモルタル目地を設けてスタブとプレキャスト柱を一体化し、接合面はせん断キーの無い滑面である．

図-4に、せん断伝達耐力 V_{cwd} と荷重-変位関係の計

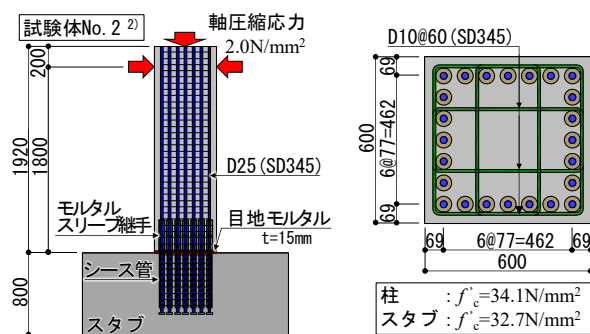


図-3 柱試験体 No. 2 の概要図²⁾

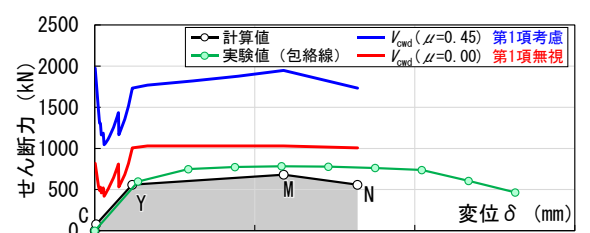


図-4 柱試験体の荷重-変位関係と V_{cwd} の比較

算値、実験値の正載荷の包絡線を示す．図より、第1項（コンクリートせん断面の摩擦力）を無視し、第2項（せん断面に交差する鉄筋に生じる軸方向力およびせん断力のせん断面方向成分）のみで算出した V_{cwd} （ $\mu=0.00$ ）と実験値の包絡線は計算値を上回っている．

以上より、柱部材についても、第1項を無視し、第2項のみで評価したせん断伝達耐力が計算値を上回る場合は、所定の曲げ変形性能を保持できることを確認した．

5. おわりに

プレキャスト RC 梁の接合部の正負交番載荷実験および既往の柱実験²⁾の検証を行い、以下の知見を得た．

- (1) 軸方向鉄筋が降伏すると塑性変形により伸び出しが生じ、梁基部の水平変位が増大して目地が離間する．
- (2) 目地部の離間による摩擦の喪失を想定し、現行のせん断伝達耐力式の第1項（摩擦力）を無視し、第2項のみで評価したせん断伝達耐力が荷重の計算値を上回る梁試験体および柱試験体は、所定の曲げ変形性能を保持できる．

参考文献

- 1) (財)鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），2004.4
- 2) 光森ら：シース管とモルタルスリーブ継手を用いた鉄道 RC プレキャストラーメン高架橋柱の正負交番載荷実験，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，No.2，2016