

鉄筋コンクリート造立体架構実験によるスラブ有効幅の検証
(その2)スラブ有無による耐力の比較

正会員 〇加藤 周二*¹ 正会員 福山 洋*²
 正会員 田尻 清太郎*² 正会員 壁谷澤 寿海*³
 正会員 壁谷澤 寿一*⁴ 正会員 高橋 豪*⁵

鉄筋コンクリート 静的載荷実験 部分架構
 梁曲げ強度 スラブ協力幅

1.はじめに

本報その2では、その1の立体架構実験結果において梁曲げ強度をスラブ有無で比較し、耐力計算値との整合性も検討する。またスラブ筋歪みについても検討する。

2.梁曲げ強度計算

梁曲げ強度計算には慣用的な略算式¹⁾(式(1))及び靱性保証型耐震設計指針・同解説²⁾にある式(式(2))を精算式として用いた。略算式では有効幅を慣用の梁側端から1m相当とし、スラブ筋は上端筋のみ、梁主筋は1段目および2段目を考慮した。精算式ではスラブ全幅有効としスラブ下端筋も考慮した。精算式は平面保持を仮定し中立軸より圧縮側のコンクリート断面には等価応力ブロック(β_1)、コンクリート圧縮終局時歪みは0.3%とした。鉄筋は歪み硬化を考慮せず降伏強度を使用した。図-1に計算時(梁上端引張時)のスラブの有効幅、下端筋の想定図を示す。スラブ圧縮側も有効幅全幅とした。また梁のせん断終局強度は荒川せん断強度式(mean、式(3))¹⁾を用いて算定した。材料強度は材料試験値を用いており材料特性を表-1に示す。コンクリートは $F_c=45 \text{ N/mm}^2$ 、鉄筋は柱梁主筋にD16(SD390)、せん断補強筋とスラブ筋にD6(SD295)を使用した。梁曲げ及びせん断強度の計算値を表-2に示す。柱曲げ強度は圧縮鉄筋応力を考慮した式(4)¹⁾により計算し柱梁曲げ強度比も合わせて示す。

梁曲げ強度の計算値はスラブ無しの場合のF試験体では略算値、精算値で差は小さいが、スラブ有りのS試験体はスラブの有効幅、下端筋の考慮によって差が大きく略算値と精算値で1.4倍の差となった。梁端負担モーメントの実験値との比較はその3に記すが、有効幅、下端筋のとり扱いがスラブ付き梁耐力に大きく影響するといえる。

$$M_{bu1} = 0.9(\sigma_{y-beam} a_{t1} d_1 + \sigma_{y-beam} a_{t2} d_2 + \sigma_{y-slab} a_{t-slab} d_{slab}) \quad (1)$$

$$M_{bu2} = T_{sr}(d - x_n) + T_{srr}(d_s - x_n) - C_{sc}(x_n - d_c) - C_c(x_n - \frac{\beta_1}{2} x_n) \quad (2)$$

ここで σ_y :主筋強度(N/mm²)、 a_t :引張鉄筋断面積(mm²)、 d :梁有効せい(mm)、 x_n :中立軸位置(mm)、 T :引張合力(N)、 C :圧縮合力(N)、 β_1 :コンクリート圧縮強度係数

$$Q_{su} = \left\{ \frac{0.068 p_t^{0.23} (F_c + 18)}{\frac{M}{Qd} + 0.12} + 0.85 \sqrt{\sigma_{yw} p_w} + 0.1 \sigma_0 \right\} b_j \quad (3)$$

$$M_{cu1} = 0.5 a_g \sigma_y g_1 D + 0.5 ND (1 / \frac{N}{bDF_c}) \quad (4)$$

記号は文献¹⁾参照

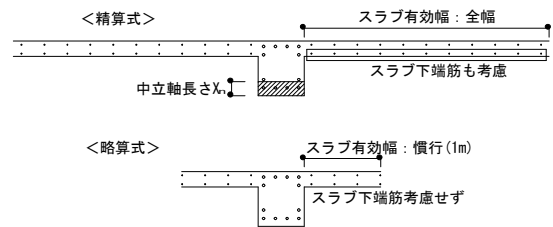


図-1 スラブの有効幅・下端筋の想定図

表-1 材料特性

(a) コンクリート

	S試験体	F試験体
ヤング係数 ($\times 10^3 \text{ N/mm}^2$)	32.4	29.9
圧縮強度 (N/mm^2)	45.6	48.5
引張割裂強度 (N/mm^2)	3.42	3.15

(b) 鉄筋

	D16(SD390)	D6(SD295)
降伏強度 (N/mm^2)	454.8	447.5
降伏歪み (μ)	2414.0	2413.7
ヤング係数 ($\times 10^4 \text{ N/mm}^2$)	18.8	18.5
引張強度 (N/mm^2)	648.8	523.3

表-2 梁強度計算値

	梁上端引張曲げ				梁下端引張曲げ			
	略算式		精算式		略算式		精算式	
	S	F	S	F	S	F	S	F
曲げ強度 (kN*m)	183.9	149.6	257.9	155.4	141.3	141.3	192.3	147.7
せん断強度 (kN)	201.5	201.5	201.5	201.5	201.5	201.5	201.5	201.5
せん断余裕度	1.53	1.89	1.09	1.88	2.00	2.00	1.47	1.91
柱梁曲げ強度比	1.59	1.96	1.14	1.95	2.07	2.07	1.52	1.98

3. 架構耐力計算

梁降伏型の崩壊メカニズムを想定し仮想仕事法により架構耐力を計算した。表-3 に計算値と実験最大耐力を示す。梁耐力計算値は式(2)を用いスラブ全幅有効とした。試験体は北側と南側でスラブ下端筋配筋方法が異なるため、北側のみ下端筋考慮する場合と北側南側ともに下端筋有効とする場合で計算した。実験値は正負の最大耐力の平均とした。実験値と比較すると S 試験体では北側南側ともに下端筋を考慮した計算値が実験値と最も整合する結果となった。

表-3 架構耐力の比較

		架構最大耐力(kN)	
計算値	部材強度式	S試験体	F試験体
	①精算式	南:無視、北:考慮	1230.3
②精算式	南北:考慮	1318.4	873
実験値		1394.5	1052.8
実験値/②計算値		1.06	1.21

4. 梁間方向スラブ筋歪み分布

S 試験体ではスラブ筋の歪みを歪みゲージにより計測した。ゲージ位置を図-2 に示す。梁間方向梁フェイスからスラブ内に 90mm 入った位置の上端筋及び下端筋に同様に取付けた。

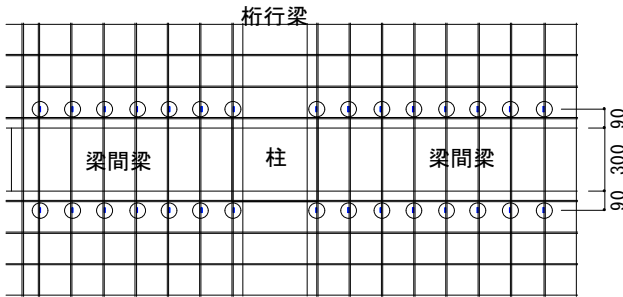


図-2 スラブ筋歪み計測図

図-3 に変形角毎の中央スパン側スラブ上端筋の梁間方向歪み分布を示す。1/200(rad.)で桁行梁に近い位置で降伏が始まり、1/100(rad.)には顕著に大きな歪みとなった。桁行梁付近で大きな歪みとなっているが分布は山形より水平に近い形となった。大変形角時では多くの歪みが降伏もしくは降伏に近い歪みを記録した。図-4 に中央スパン側スラブ下端筋歪みの梁間方向における平均値の推移を示す。下端筋の配筋方法は北側と南側で異なり北側が通

し配筋、南側は定着長さを確保した切断配筋となっている(その1参照)。平均歪みは 1/75(rad.)まで配筋方法の差異はほとんどなく、1/75(rad.)以降で通し配筋側が大きく増加している一方で切断配筋側は増加が見られなかった。これは 1/75(rad.)以降、切断配筋側で下端筋の抜け出しがあったためと思われる。したがって大変形角になるまでは切断配筋側の下端筋も通し配筋側と同様に効き、梁の耐力にも寄与したといえる。

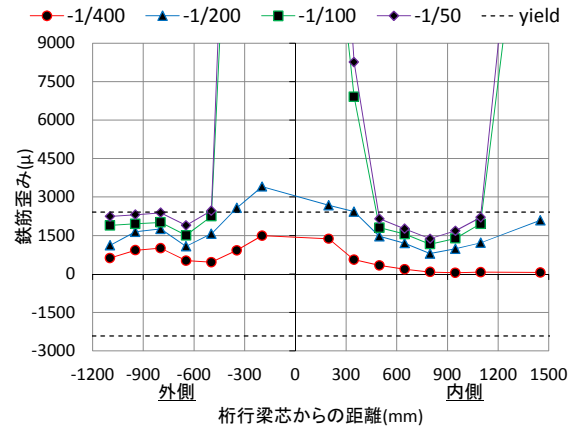


図-3 梁間方向スラブ上端筋歪み分布(中央スパン側)

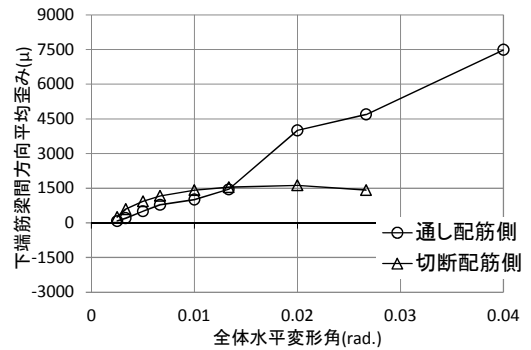


図-4 梁間方向スラブ下端筋平均歪みの推移

5. まとめ

1. S 試験体の架構最大耐力はスラブを全幅有効とし下端筋も考慮した計算値とよく整合した。
2. スラブ下端筋は切断配筋側も 1/75(rad.)以前では通し配筋同様に有効であった。

参考文献

- 1) 建築物の構造関係技術基準解説書編集委員会：2007 年度版建築物の構造関係技術基準解説書、2007
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説、1990

*¹ 株式会社三菱地所設計(当時東京大学 地震研究所)
 *² 独立行政法人建築研究所構造研究グループ
 *³ 東京大学 地震研究所 教授
 *⁴ 国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部
 *⁵ 一般財団法人ベターリビング (横浜国立大学)

*¹ Mitsubishi Jisho Sekkei Inc. (Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)
 *² Building Research Institute, Dept. of Structural Engineering
 *³ Professor, Earthquake Research Institute, The Univ. of Tokyo
 *⁴ MLIT, NILIM, Building Department
 *⁵ Better Living (Yokohama National University)