

香川大学工学部

学生会員

○和田

光真

香川大学工学部

正会員

吉田

秀典

香川大学工学部

フェロー会員

堺

孝司

1. はじめに

現代社会における生活スタイルの多様性から、最近では、公共建築物やオフィスビルなどは、柱が少なく、建築用途の自由度が高い空間が多く採用され、住環境においては、天井が高く、広々とした、ゆとりのある部屋が望まれるようになった。

これに対し、柱や壁といった構造部材を少なくし、床部材（スラブ）を大型化した大スパンスラブ構造が求められるようになった。大型スラブは、大たわみ問題などを検討する必要がある、その評価方法として、数値解析が有効である。

したがって、本研究では、鉄筋コンクリートスラブの耐荷挙動、特に、スラブ構造と端部拘束条件の影響（壁や梁などの影響）について数値解析的な検討を行った。

2. 解析概要

コンクリート要素は、図-1のような吉田ら⁽¹⁾によって提案された構成モデルを仮定し、3次元8節点ソリッド要素を用いた。鉄筋要素は、図-2のように降伏応力に達するまで弾性的な挙動を示すように設定された構成モデルを仮定し、2節点トラス要素を用いた。降伏に関しては、Von Mises の降伏条件を用いた。また、本解析では付着要素を用いておらず、コンクリートと鉄筋との要素の節点を共有させて完全付着とした。材料特性を表-1に示す。

3. スラブ解析

中実スラブに対して、RC 規準⁽²⁾による設計荷重（0.00265 N/mm²）を載荷し、弾性解析を行い、その妥当性を確認した後、中実スラブと一方向角型ボイドスラブに対して、静的な等分布荷重を与え、クラックを考慮した弾塑性解析を行った。本研究では、(1)スラブ構造の影響、(2)スパンの影響、(3)端部拘束条件の影響について検討した。ここで、スラブ端部の境界条件は、(1)、(2)については、X、Y、Z 方向を四辺完全固定とし、(3)については、Z 方向を固定し、X、Y 方向にばね要素を用いることで、壁や梁の影響をばね剛性に置換する手法を用いた。また、対称性から、スラブを 1/4 モデルとし、

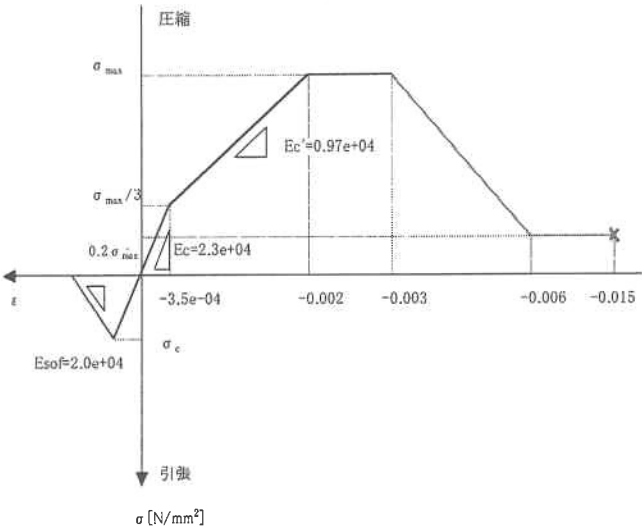


図-1 コンクリートの構成モデル

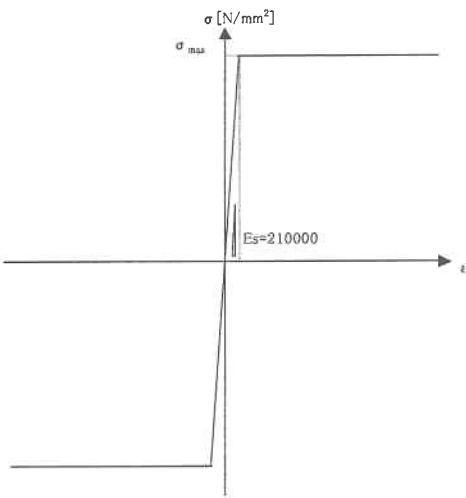


図-2 鉄筋の構成モデル

表-1 材料特性

	コンクリート	鉄筋
ヤング係数	23000 N/mm ²	210000 N/mm ²
ポアソン比	0.2	0.3
圧縮強度	24 N/mm ²	295 N/mm ²
引張強度	$0.56\sqrt{F_c}$ N/mm ²	

境界部分はZ方向を自由とした。

4. 結果および考察

各影響因子における結果を図-3, 4, 5に, 中実スラブ(6m×9m, 四辺完全固定)のクラック発生状況を図-6に示す。この場合, 色が濃い部分ほどクラックが進展している様子を表しており, スラブ端部における曲げモーメントは中央部と比べて卓越するため, 端部の上面からクラックが発生したと考えられる。また, 端部にばね要素を用いた場合, 本解析におけるばね剛性の範囲, すなわち, 剛性 $0 \sim 10^6$ の範囲内では, 初期クラックはスラブ中央部の下面から発生することが確認できた。

図-3および図-4に示すように, 弾性挙動範囲内においては両スラブ構造に大きな差は見られなかった。しかし, ボイドスラブ構造については, 本研究で扱った以外にも様々な形態があり, 自重の影響をさらに低減した二方向ボイドスラブなどについても検討が必要である。また, スパンが大きくなるほど, ある一定の荷重レベルに対するたわみ量は増大し, 耐力は低下することがわかった。さらに, 設計荷重レベル(0.00265 N/mm^2)において, 解析とRC規準⁽²⁾で定められた規定値とを比較すると, 本解析で用いたすべてのスパンにおいて安全側であることが確認できた。

また, 図-5に示すような端部拘束条件の影響によるスラブの耐荷挙動は, 梁の寸法や壁の厚さなどによって様々であること, また, 端部の影響を単純にばね要素に置換すると, 壁を剛体とみなすことになり, 実際の壁の変形を再現するための境界条件を設定することが難しいことなどの問題があり, これら克服するためには, 実験的検証も含めた検討が必要である。

スラブの変形挙動に影響を与える因子は, 本研究で取り上げた以外にも, クリープ, 乾燥収縮といった長期的問題, さらには, 動的挙動の影響がある。特に, クリープ変形は, 弾性たわみの1.6倍とされており⁽²⁾, 全体の変形耐荷挙動の多くを占めていることから, 今後の検討課題である。

参考文献

(1) 吉田秀典 他:低張力材料の構成モデルを用いたボイドスラブの非線形解析, 応用力学論文集, vol. 4, pp325-332, 2001. (2) 日本建築学会:鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説—許容応力度設計法—, 1999.

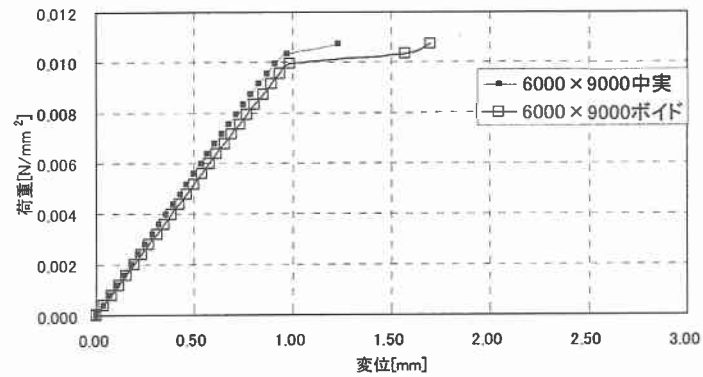


図-3 スラブ構造の影響

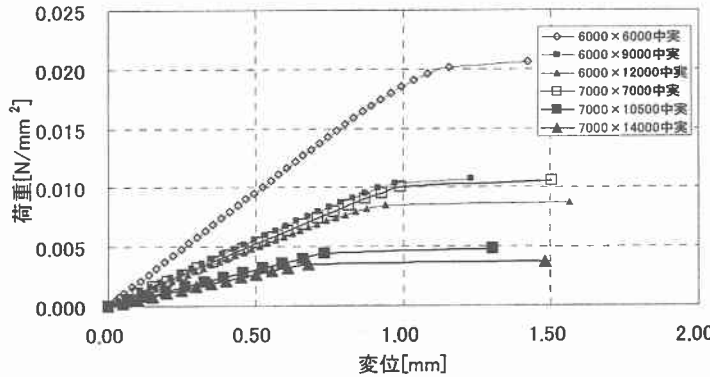


図-4 スパンの影響

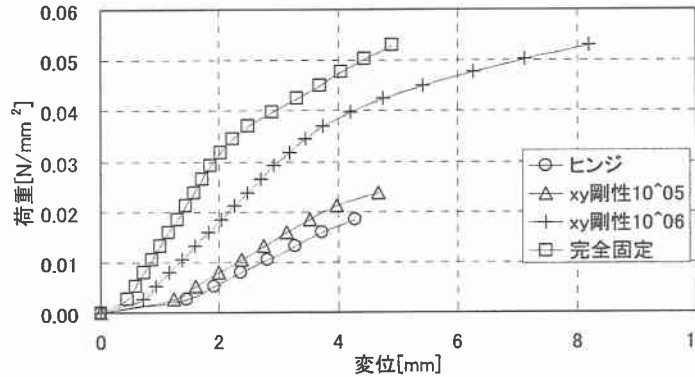


図-5 端部拘束条件の影響

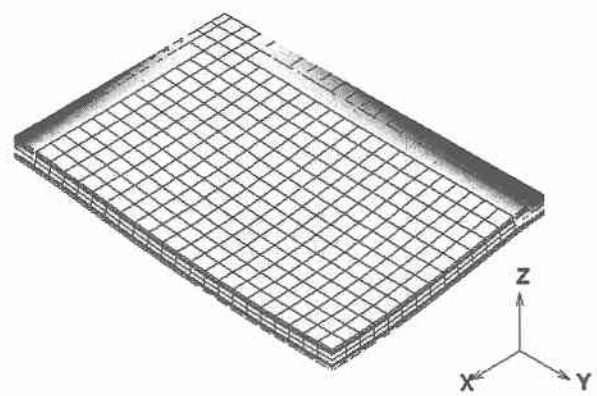


図-6 クラック発生状況 (1/4モデル)