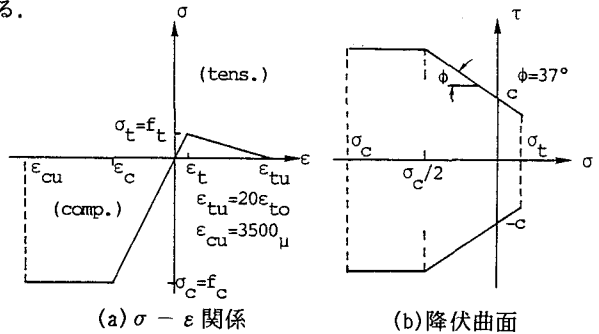


大阪市立大学 正員 園田恵一郎
 大阪市立大学 正員 鬼頭 宏明
 関西電力 正員○長谷川明生

【1.はじめに】 本研究は構造物の崩壊挙動を巨視的に評価する簡易解析手法として提案された剛体パネ要素法:RBSM[1]を用いて、薄鋼板に溶植された頭付きスタッドをずれ止めとした鋼板・コンクリート合成床版:ロビンソンスラブ（以下、合成床版）の終局強度解析を行ったものである。解析はスタッド配置方式と載荷面積を因子とした計10体のモデル実験床版[2]に対し実行され、得られた数値結果と実験結果との比較を通して本解析手法の適用性を検討している。

【2.RBSMで用いる材料構成関係】 合成床版の構造特性を考慮し、要素重心にて6自由度(並進、回転各3成分)を有する3次元剛体要素を用いた。各要素同志は境界面上に分布した2種のパネ(垂直、せん断)により連結され、このパネに下記のモデル化に従い、コンクリート、鋼板そして両者を連結するスタッドの非線形材料構成関係を導入する。



(a) $\sigma - \varepsilon$ 関係 (b) 降伏曲面
 図1 コンクリートの構成関係モデル

(1)コンクリート: 図1(a)に示す一軸圧縮強度 f_c' で規定される $\sigma - \varepsilon$ 関係を用いる。また垂直

直、せん断両応力の相関関係より図1(b)の降伏曲面を導入する。なお、表1 モデル床版のスタッド配置
 本モデルの妥当性は、RC床版の解析を通して検証されている[3]。

(2)鋼板: 応力-ひずみ関係は降伏点: f_{sy} で規定される $\sigma - \varepsilon$ 関係とし、垂直、せん断両成分の相関関係は無視できるものとする。

(3)スタッド: 下記の提案式[4]を用いてスタッドのずれ挙動;

$$Q(\text{kgf}) - \delta(\text{cm}) [Q/Qu = 31.5\delta / (1 + 31.5\delta) : Qu = 0.5As\sqrt{f_c' \cdot E_c}]$$

ここに、 As はスタッドの断面積(cm^2)、を評価する。

【3.解析モデルの設定】 モデル実験床版は図2に示すように辺長160 cm, コンクリート厚12cm, 鋼板厚6mmの正方形床版であり、スパン長137.5 cmで端部張出し形式で周辺単純支持され、上面中央にて部分載荷されている。各供試体のスタッド配置方式を表1に示す。部分荷重は、辺長12.5cm(Load1), 37.5cm(Load2)の2種の正方形領域に載荷した。モデル

床版に使用した材料定数を表2に示す。モデル実験にて観察された典型的な破壊形式(コンクリート部ひびわれ状況)を図2に示す。スタッド配置の疎な床版では、鋼板・コンクリート界面のずれ変形に起因する付着せん断破壊形式: 図2(a)を、密な床版では局所的な押抜きせん断破壊形式: 図2(b)を呈した。

要素分割方式はモデル実験にて観察

供試体	スタッド		
	配置方式	間隔(mm)	本数
A1/2	端部1列	250	24
B1/2	"	125	48
C1/2	端部2列	125	92
D1/2	全面	250	49
E1/2	全面	125	169

表2 材料の力学的特性(kgf/cm^2)

供試体	コンクリート		鋼板
	f_c'	E_c	f_{sy}
A1, B1, C1	395.5	2.70×10^5	3574
D1, E1	391.8	2.79×10^5	
A2, B2, C2	395.3	2.48×10^5	3574
D2, E2			

表3 数値計算結果

供試体	スタッド・モデル #1		スタッド・モデル #2		モデル実験	
	崩壊荷重	破壊形式	崩壊荷重	破壊形式	崩壊荷重	破壊形式
A1	20.0	付着	30.0	付着	23.9	付着
B1	40.0	押抜	55.0	付着	27.9	押抜
C1	60.0	押抜	45.0	押抜	30.5	押抜
D1	40.0	押抜	50.0	押抜	31.9	押抜
E1	60.0	押抜	46.0	押抜	41.4	押抜
A2	25.0	付着	30.0	付着	25.5	付着
B2	50.0	押抜	50.0	押抜	30.5	押抜
C2	70.0	押抜	[実行せず]		38.9	押抜
D2	50.0	付着	50.0	付着	38.5	付着
E2	100.0	押抜	70.0	押抜	77.3	押抜

された主たる破壊形式のみを考慮した低自由度なものとした。すなわち、押抜きせん断破壊の荷重領域周辺から進展する斜めひびわれ、付随的に発生する円形の負曲げひびわれ、そしてずれ・開きを呈する鋼板・コンクリート界面に留意した: 図5。スタッドのモデル化においては、2種のモデル; ①供試体のスタッド配置位置に一組のパネにより表現し離散的に配置したモデル(Model1); 点でせん断伝達と②そのせん断強度: Q_u をスタッド配置間隔に従って平均化し見かけの粘着項と見なして、界面に分散化したモデル(Model2); 面でせん断伝達、を設定した。

【4.数値解析結果】 解析から得られた破壊形式を図4, 5に示す。図4は、実験にて観察された典型的な破壊形式: 図3を特徴づける挙動を充分に再現しているといえる。また 図5の床版は負曲げによる円形ひびわれが発生した後、押抜きせん断により破壊したものであるが、このような複合的な崩壊挙動も良好に表現できている。

解析結果の概略を記述すれば、スタッド間隔が密で、局所的な押抜きせん断破壊に支配されるものに対しては、スタッドの伝達力特性を分散的に評価した Model 2が、またスタッドが粗で、ずれ変形を伴う付着せん断破壊を起こすものには、スタッド位置のみで離散的にせん断力を伝達した Model 1が崩壊荷重、破壊形式の両観点から本解析モデルにて良好な結果を与えるといえる。なお、中間的なスタッド配置を有するものに対し、崩壊荷重を高めに評価する傾向が見られるが、その配置に即した要素細分割により改良できうるものと考えられる。

【5.まとめ】 合成床版の終局強度解析手法として、RBSMはスタッドの配置方式に対応して、そのモデル; 離散型と分散型を使い分ければ、主な破壊形式のみ考慮した低自由度な分割でも終局強度特性の評価が可能な解析手法であり、その有用性が確認できた。

参考文献

- [1]川井: 生研セミナー, 76(1982)
- [2]園田他: Proc. ICCS-3(1991)
- [3]園田他: コンクリート工学年次論文報告集12(1990)
- [4]Ollgaard et al: Eng. J. AISC, 18-2(1971)

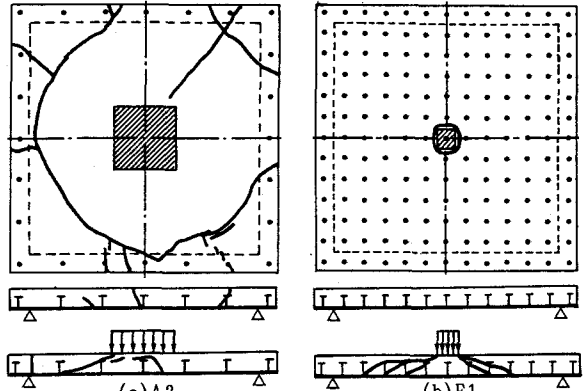


図2 モデル床版の典型的な破壊形式
(上面/側面/中央断面)

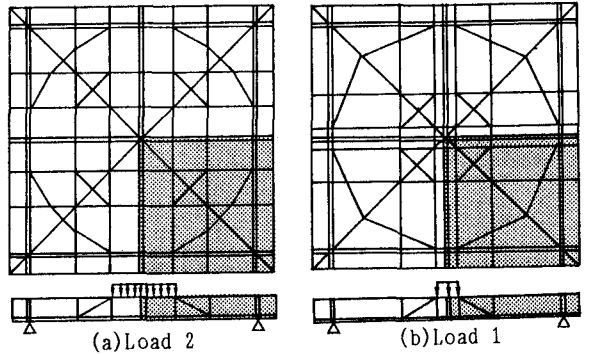


図3 3次元剛体パネ要素分割(1/4空間:588自由度)

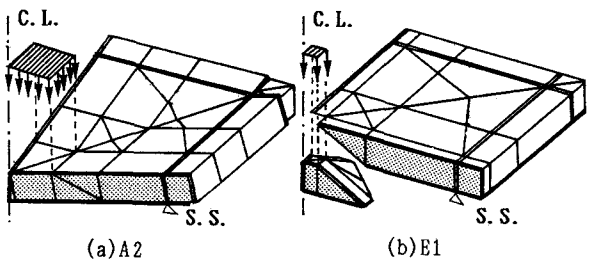


図4 破壊形式(1/4空間)

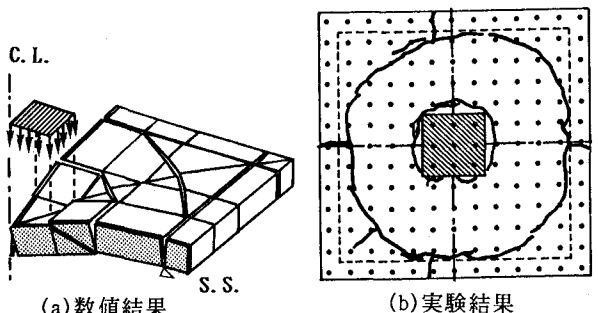


図5 モデル床版E2の破壊形式の比較