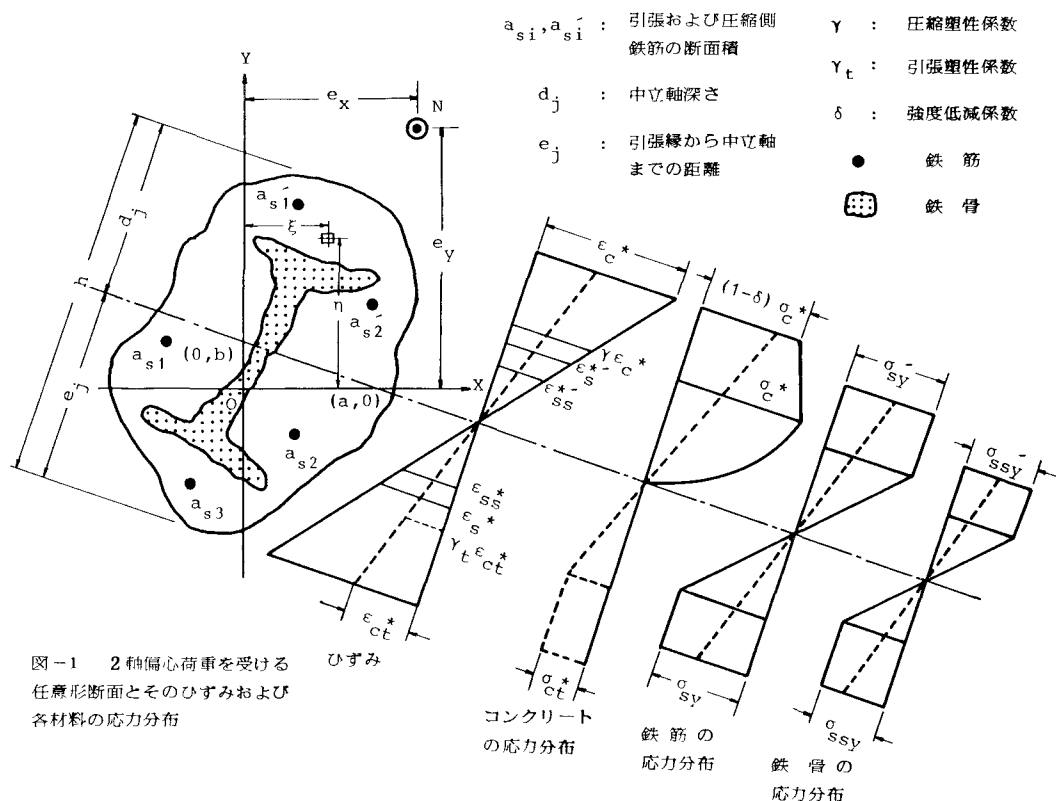


2軸偏心荷重を受ける合成柱の強度

秋田大学 正員 川上 洵
 〇学生員 平田 昌樹
 学生員 滝沢 厚

1. まえがき 鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)構造は、鉄筋コンクリート(RC)構造と比較しても力学的性質および施工面、特に耐震性、工期の短縮等で優れているため、建築土木の分野で今後増々発展するものと思われる。一方、本構造の設計には、鉄骨とRCのいずれをも主と見るかにより、種々の提案式があるが、十分に確立されたとは言えない面がある。また、設計に対する現在の情勢からみると限界状態設計法による検討方法は、合理的な設計に対し有用であると考えられる。そこで本研究は、鉄骨と鉄筋で補強された任意形の部材断面が外力として軸力と2軸曲げを受けるとき、そのひびわれおよび終局強度に関する解析法を示すものである。また、土木の分野におけるSRC構造の例は橋脚に多いため、ここでは合成柱に対して解析的な検討を行った。

2. 解析 図-1は、2軸偏心荷重を受ける任意形断面の部材とそのひずみおよび各材料の応力分布を示したものである。図中の破線はひびわれ発生時のひずみと応力分布であり、実線は終局時のそれらを示す。ひびわれ発生条件は引張縁ひずみが終局引張ひずみ ϵ_{ct}^* に達したときとし、ここでは $\epsilon_{ct}^* = (18.5 + 0.02 \sigma_c^*) \times 10^{-3}$ ¹⁾を採用した。また、終局時の条件は圧縮縁コンクリートの最大ひずみが終局ひずみ ϵ_c^* に達したときである。図-1の各材料の応力状態から、ひびわれ発生時および終局時の力と曲げモーメントのフリーアイ式は次のとおりである。

$$N = C_c + C_s + C_{ss} - T_c - T_s - T_{ss} = \int_{A_c} \sigma_{cy} dA_c + \sum \sigma_{si} A_{si} + \int_{A_{ss}} \sigma_{ssi} dA_{ss} - \int_{A_c} \sigma_{cy} dA_c - \sum \sigma_{si} A_{si} - \int_{A_{ss}} \sigma_{ssi} dA_{ss} \quad (1)$$


$$M_x = N \cdot e_y = \int_{A_c} \sigma_{cy} \eta dA_c + \sum \sigma_{si} A_{si} y_{si} + \int_{A_{ss}} \sigma_{ssi} \eta dA_{ss} - \int_{A_c} \sigma_{cy} \eta dA_c - \sum \sigma_{si} A_{si} y_{si} - \int_{A_{ss}} \sigma_{ssi} \eta dA_{ss} \quad (2)$$

$$M_y = N \cdot e_x = \int_{A_c} \sigma_{cy} \xi dA_c + \sum \sigma_{si} A_{si} x_{si} + \int_{A_{ss}} \sigma_{ssi} \xi dA_{ss} - \int_{A_c} \sigma_{cy} \xi dA_c - \sum \sigma_{si} A_{si} x_{si} - \int_{A_{ss}} \sigma_{ssi} \xi dA_{ss} \quad (3)$$

ここで、C、Tはそれぞれ圧縮部と引張部に働く力を示し、添字c、s、ssはそれぞれコンクリート、鉄筋および鉄骨を示す。また、ダッシュを圧縮側に付け引張側に反列する。これら3式の右辺に関する積分は、ガウスの積分定理を用いて線積分に置換することにより得られる。中立軸を決定するには、式(1)、(2)、(3)をa、bの関数として整式化し、繰返し計算を行うことにより、a、bの値を得る。また、ひびわれおよび終局強度を得るには、このa、bを用いて断面諸量を計算し、それを式(1)、(2)、(3)に代入することにより得られる。

3. 数値計算例 図-2に示す鉄筋および工形鋼で補強された合成矩形柱に偏心荷重Nが作用するとき、そのひびわれおよび終局強度を求める。各材料の物理的性質および断面寸法は、図-2に示すとおりである。表-1は、解析結果の一部であり、合成柱が1軸偏心荷重または2軸偏心荷重を受ける場合である。ここに示したLachance³⁾による手法は、各材料の応力-ひずみ関係を非線形とし、FEMによって収束計算を行うものである。コンクリートの応力-ひずみ関係やコンクリートの引張抵抗の考慮など本解析法と異なる点はあるものの、その結果は比較的良好一致している。

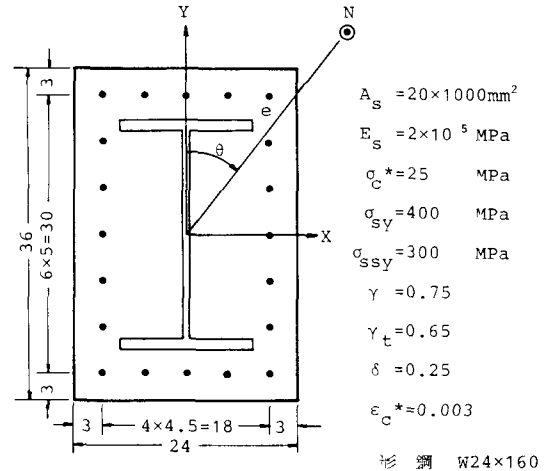


図-2 2軸偏心荷重を受ける合成矩形柱

表-1 終局強度およびひびわれ強度

		e mm	θ rad	d _j mm	N kN	M _x kN-m	M _y kN-m
Lachanceによる 終局強度	1	470.1	0	573.2	10000	4701	0
	2	543.8	π / 6	517.3	6000	2826	1631
著者らによる 終局強度	1	470.1	0	574.7	9964	4684	0
	2	543.8	π / 6	517.9	6056	2852	1647
著者らによる ひびわれ強度	1	470.1	0	672.8	1834	862.1	0
	2	543.8	π / 6	606.5	626.8	295.2	170.4

4. まとめ 2軸偏心荷重を受ける鉄骨および鉄筋で補強された任意形状の部材断面のひびわれおよび終局強度に関する解析法を示し、さらに数値計算例として、偏心荷重を受ける合成矩形柱のひびわれおよび終局強度を求めた。柱のような偏心量の少ない部材の断面力は、コンクリートの応力-ひずみ関係によるところが大きいため、コンクリートの応力、ひずみおよびその係数 γ 、 γ_t 、 δ に対して、コンクリートの実際の挙動にできるだけ近い値を仮定する必要がある。

参考文献 1) 横道 藤田；鉄筋コンクリート工学，共立出版 PP234～237

2) 川上・加賀谷・徳田・平田；2軸曲げを受けるPC部材の終局耐力，セメント技術年報 37 1983 PP493～496

3) Lachance, L；Ultimate Strength of Biaxially Loaded Composite Sections, ASCE, Vol. 108, No. ST10, Oct, 1982 PP2313～2329