

組合せ力を受けるコンクリート部材の設計

名城大学
○名城大学

フェロー会員
学生会員

泉 満明
安田 享

1. はじめに

地震時等の影響により水平荷重が構造物に作用すると、構造部材にはねじりを含む組合せ力が作用する事になる。この場合、従来の設計では、個々のモーメントおよび力の影響を単独で算定し、それらを加え合わせて構造物あるいは構造部材の設計が行われてきた。しかし、近年における震害の調査結果から組合せ力による影響を考慮する必要があると認識されてきている。本研究では、組合せ力を受けるコンクリート部材の設計を検討するものである。

2. 組合せ力を受けるコンクリート部材

2.1 組合せ力の算定式

RC 部材の曲げ、せん断およびねじりの相関関係に関して塑性トラス理論に基づいて導いた組合せ力の相関関係を式(1)に示す。

$$\frac{M_d}{M_{ud}} + \left(\frac{V_d}{V_{yd}} \right)^2 RR_1 + \left(\frac{M_{td}}{M_{tud}} \right)^2 RR_1 = 1 \quad (1)$$

ここでは、 M_d ：設計曲げモーメント、 V_d ：設計せん断力

M_{td} ：設計ねじりモーメント、 M_{ud} ：終局曲げ耐力

V_{yd} ：終局せん断耐力、 M_{tud} ：終局ねじり耐力

R ：降伏力比（上側軸鉄筋降伏力比 $[N_{ty}]$ を下側軸鉄筋降伏力 $[N_{bly}]$ で除した値）

R_1 ： d_v/z 二軸曲げモーメントを用いる場合（単軸曲げモーメントの場合は $R_1=1$ とする。）

z ：モーメントアーム長、 d_v ：横方向鉄筋の長辺または短辺

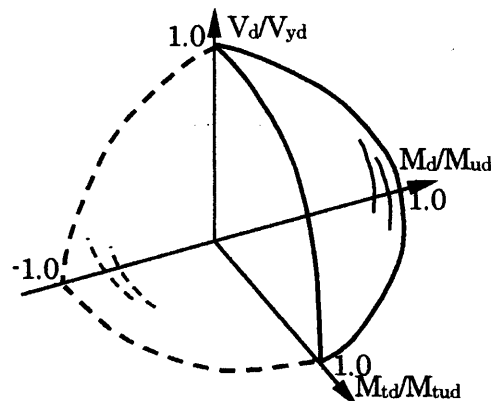


図-1 曲げ、せん断、ねじりの相関関係面

曲げ、せん断、ねじりの相関関係式を図示すると（単軸で $R=1$ とする）図-1 に示す相関関係面となる。実線は、下側の軸鉄筋と横方向鉄筋の降伏による第1破壊とする。破線は、上側の軸鉄筋と横方向鉄筋の降伏による第2破壊とする。式(1)は $M_d/M_{ud}=0$ の場合に関してせん断およびねじりの相関関係は円であることを示している。また、 $V_d/V_{yd}=0$ の場合に関して曲げおよびねじりの相関関係は放物線であることを示し、そして $M_{td}/M_{tud}=0$ に関して曲げおよびせん断の相関関係は放物線であることを示している。

2.2 組合せ力の設計の流れ

組合せ力を受ける部材設計の流れの案として、図-2 に示すフローチャートを提案する。具体的な設計手順は以下に示す。

- ① 部材の鉄筋の配筋および寸法を仮定。
- ② 曲げモーメント、せん断力の終局限界状態の検討。
- ③ 部材に作用するねじりモーメントが、釣合ねじりか、変形適合ねじりかの判定。
- ④ せん断耐力 (V_{yd})、ねじり耐力 (M_{tud}) の設計を行う。
曲げ耐力 (M'_{ud} ：負の曲げ耐力、 M_{ud} ：正の曲げ耐力) の耐力の算定。
- ⑤ 下側軸鉄筋降伏力 (N_{bly})、上側軸鉄筋降伏力 (N_{ty}) を算出し、降伏力比 R を算出する。
- ⑥ 組合せの相関関係式の式(1)に代入し、成立するならば検討終了。

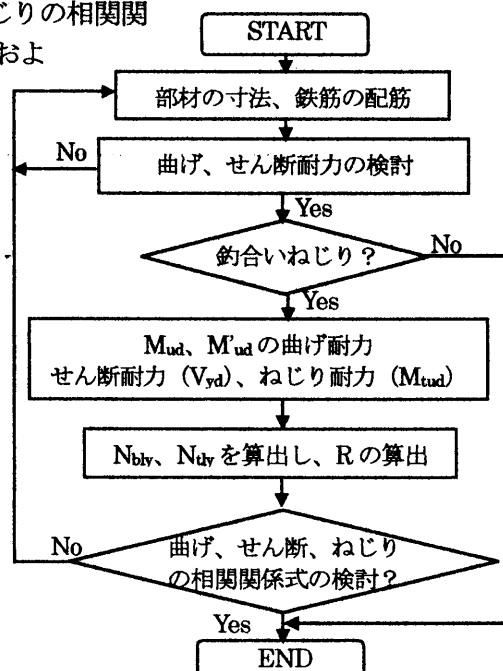


図-2 終局限界状態の部材設計の流れ

キーワード：組合せ力の相関関係、地震時保有水平耐力度、逆L型構造

連絡先 〒468-8502 愛知県名古屋市中区塩釜1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 安田 享

TEL 052-832-1151 FAX 052-832-1178

3. 組合せ力を考慮したコンクリート部材設計

3.1 橋脚の使用材料および寸法の仮定

- ・コンクリートの設計基準強度：21 (MPa)、鉄筋：SD295

部材寸法を図-3に示す。

3.2 地震時のモーメントおよび力の算出

ここでは、地震時保有水平耐力法のレベル2タイプIの検討を行う。上部構造より下部構造に作用する鉛直荷重 (P) は、支間 32.4m、幅員 6.0m の単純非合成桁より算出し、2983 kN が載荷している。また、地震時の水平荷重は、固有周期を算定して、設計水平震度 $k_h=0.4$ となった。よって、水平荷重 (H) 1193.2kN で載荷している。その結果、柱部材および梁部材に作用するモーメントおよび力を図-4に示す。

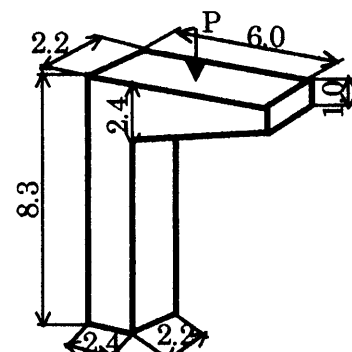
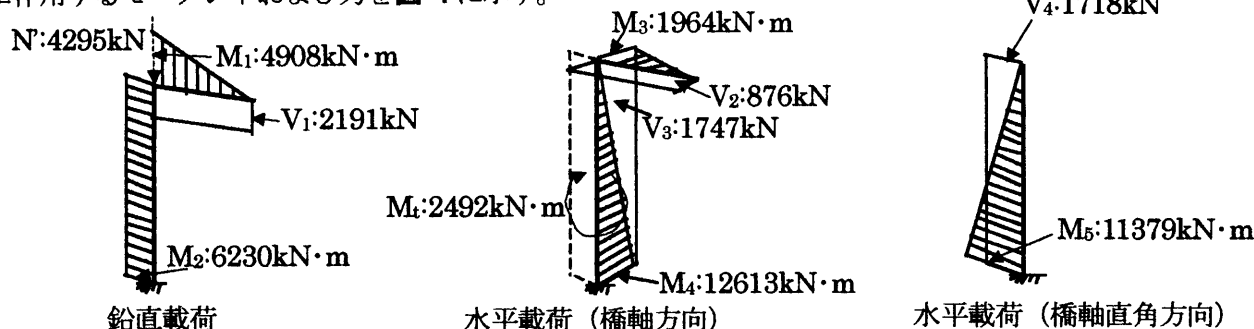


図-3 逆L型構造の部材寸法



(N: 軸力、M: 曲げモーメント、V: せん断力、 M_t : ねじりモーメント)

図-4 曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメント、軸力の分布

3.3 組合せ力の設計の検討

図-2 のフローチャートを用いて繰り返し設計を行った結果、組合せ力を考慮した場合の設計結果を図-5に示す。(耐力は、二軸曲げモーメント、二軸せん断力で計算してある。)

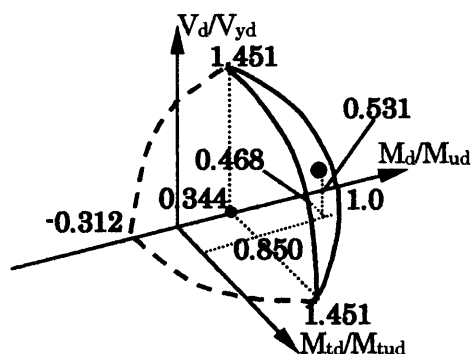


図-6 曲げ、せん断、ねじりの相関関係面

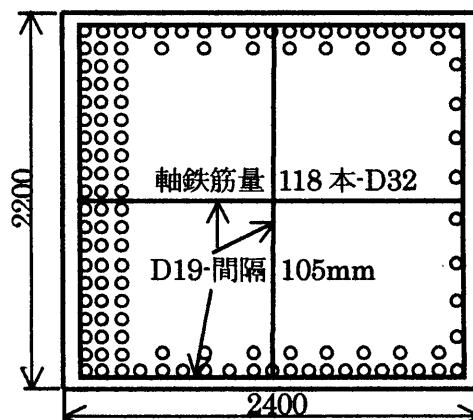


図-5 柱部材の設計断面

図-5 の配筋で各々の耐力を算出し、相関関係を求めた結果、曲げの相関関係：0.850、せん断の相関関係：0.531、ねじりの相関関係：0.468 となった。降伏力比 R は、0.312 となった。式 (1) に代入して、組合せ力の相関関係 (曲げ、せん断、ねじり) は、 $0.996 \leq 1.0$ となる。組合せ力の相関関係は図-6に示すように、相関関係面内に存在しているため安全であるといえる。よって、組合せの検討は終了する。

また従来の設計の軸鉄筋は 130 本-D32、横方向鉄筋はせん断補強鉄筋の場合 D19 の 200mm 間隔、ねじり補強鉄筋の場合 D19 の 220mm 間隔となった。その結果、組合せ力を考慮した場合に従来の設計と比較すると軸鉄筋量が 9.2% 少なくなる。しかし、横方向鉄筋量の場合は 2.6% 多くなる。最終的には全鉄筋量では 7.2% 少なくなる。

4 結論

上述したように組合せ力を考慮する設計は、通常の場合には従来の設計法より経済的となる。ここでは軸力は、影響が小さいために省いてある。今後、軸力を含めた相関関係の検討も進めてゆく予定である。