

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は、立体トラス理論に基づいて導き出した。よって、組合せ力の相関関係を式(1)¹⁾に示す。

$$\frac{M}{M_0} + \left(\frac{S}{S_0} \right)^2 R_1 R + \left(\frac{M_t}{M_{t0}} \right)^2 R_1 R = 1 \quad (1)$$

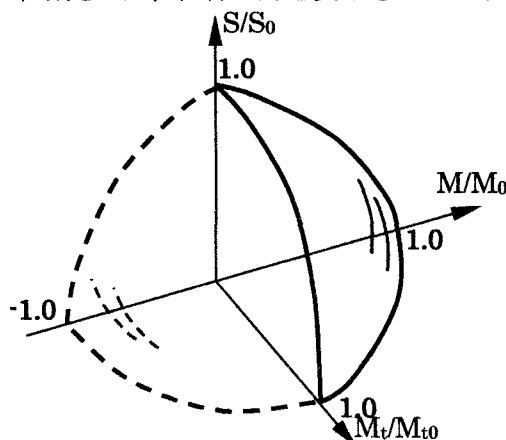


図-1 曲げ、せん断、ねじりの相関関係面

ここで、記号の説明として以下に示す。

M：設計曲げモーメント、S：設計せん断力

M_t：設計ねじりモーメント、M₀：終局曲げ耐力

S₀：終局せん断耐力、M_{t0}：終局ねじり耐力

R：降伏力比（上側軸鉄筋降伏力を下側軸鉄筋降伏力で除した値）

R₁：z/d_v（2軸曲げモーメントを用いる場合、一軸曲げモーメントの場合は、R₁=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

また、曲げ、せん断、ねじりの相関関係式を図示すると（R=1）図-1に示す関係面となる。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)は一定のMに関してSおよびM_tの相関関係は円であることを示している。また、Sに関してMおよびM_tの相関関係は放物線であることを示し、そしてM_tに関してMおよびSの相関関係は放物線であることを示している。

3. 下部構造（柱部材）の設計

3.1 設計方針および手順

組合せ力を受けるコンクリート部材設計の仮定としては、図-3に示すような躯体上部の片側に張出し部を有する逆L式の構造と想定した。橋脚は、地震時の影響に対して橋軸方向および橋軸直角方向について震度法により橋脚躯体を設計した。

また、震度法の設計の流れを図-4に示す。組合せ力の検討として許容応力度設計の後に、検討することにした。設計条件は、コンクリート標準示方書、道路橋示方書に基づいて設計を行った。

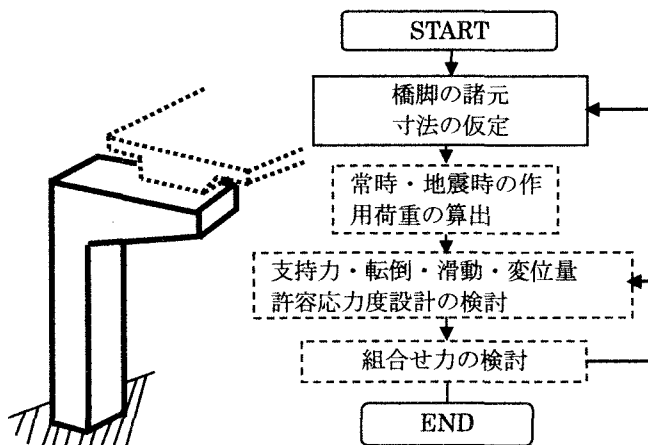


図-3 逆L型構造

図-4 震度法の設計の流れ

キーワード：組合せ力の相関関係、震度法、逆L型構造

連絡先 〒468-8502 愛知県名古屋市中区白区塩釜口1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 TEL 052-832-1151
FAX 052-832-1178

3.2 橋脚の諸元および寸法の仮定

設計上の諸元を以下に示す。

- ・ コンクリートの設計基準強度：21 (MPa)、鉄筋：SD295
- ・ 地盤種別：I 種地盤、地域区分：A 地域、支持層：洪積層砂地盤
- ・ 橋の重要度：B 種

部材寸法の仮定を以下に示す。また図-5 に示す。

- ・ 柱部材：幅=2.2 m、縦=2.2 m、高さ=8.3m
- ・ 梁部材：(先端) 幅=2.2 m、縦=1.0 m、(末端) 幅=2.2 m、縦=2.2 m
長さ(先端から末端まで)=3.8m

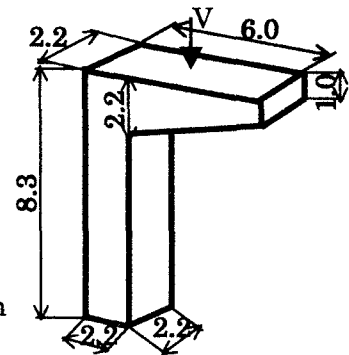


図-5 逆L形構造の部材寸法

3.3 地震時のモーメントおよび力の算出

上部構造の荷重は、ある単純非合成桁より算出し、下部構造に鉛直荷重 (V) 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 $k_h=0.2$ となった。よって、水平荷重 (H) 596.6kN 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簡略化して図-6 に示す。

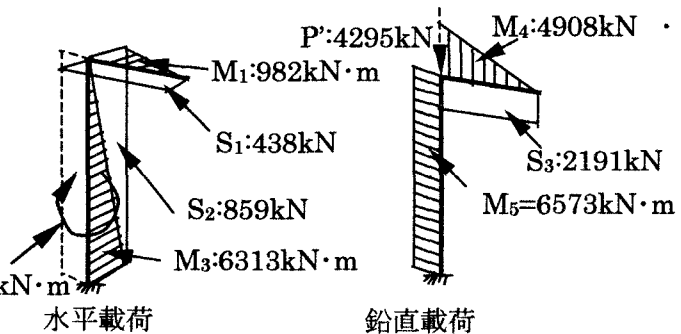


図-6 曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメント、軸力の分布

3.4 組合せ力の設計の検討

組合せ力の検討に入る前に、許容応力度および安定計算の検討を行い、条件を満足していることを検証した。また、橋軸直角方向も満足している。組合せ力を考慮した場合の部材設計を図-7 に示す。

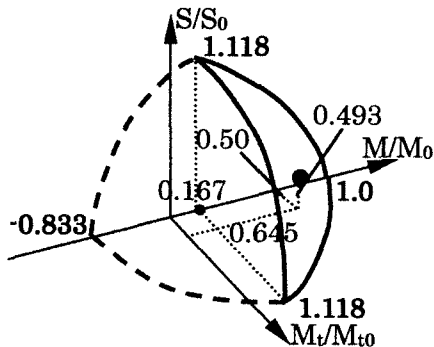


図-8 曲げ、せん断、ねじりの相関関係面

そこで、組合せ力の相関関係の式(1)にあてはめる。

R は、0.488 となった。相関関係面は図-8 に示すような結果となった。組合せ力の相関関係(曲げ、せん断、ねじり)は、 $0.973 \leq 1.0$ となる。各々の相関関係は、曲げの相関関係：0.645、せん断の相関関係：0.493、ねじりの相関関係：0.50 となり、組合せ力の相関関係は図-8 の中でプロットされるために、部材は破壊を生じないため安全である。よって、組合せの検討は成立する。

また従来の設計の軸鉄筋は 72 本・D29、横方向鉄筋は D16 の 150mm 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 5.6% 少なくなる。横方向鉄筋の場合でも間隔が、6.7% 大きくできる。また全鉄筋量では、5.6% 少なくなる。

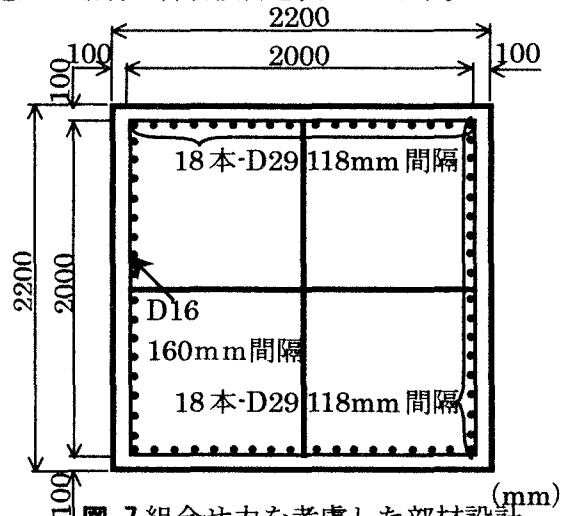


図-7 組合せ力を考慮した部材設計 (mm)

4 結論

組合せ力を考慮する設計は、理論上において従来の設計より経済的となる場合がある。今後は、実用設計に向けて適用できるように検討を進めていく必要がある。

参考文献 1) 泉 満明：組み合わせ力を受ける鉄筋コンクリート部材設計, 名城大学理工学部研究報告