

2軸曲げを受ける鋼板巻立て補強されたRC橋脚の 終局強度および構造特性に関する研究

秋田大学

学生員 ○高橋 俊充

秋田大学

学生員 AMMAR HASSAN

秋田大学大学院

学生員 菅原 昭磨

1. まえがき

RC橋脚の耐震性能を向上させるためには終局強度の増大、およびじん性の向上が重要である。そのためには、既存のRC橋脚に鋼板を巻き立て、補強する工法が挙げられ、コンクリート部材を鋼板で覆うことにより、鉄筋による耐力の上昇、帯鉄筋を増強したのと同様の効果が期待できる。

また、一般に地震荷重は、構造物に対して作用する方向が特定できないため、RC橋脚のようなコンクリート構造物においては上部工および自重による軸圧縮力に加え2軸曲げを受ける。

本研究においては、鋼板とコンクリートの付着が完全であると仮定するとともに、長期材齢経過後にRC橋脚に鋼板を巻き立て、2軸曲げを受けたときの終局強度および構造特性を明らかにした。

2. 解析方法

本研究における解析のフローチャートを図-2に示す。(I)材齢 t_0 で、鋼板を巻き立てる前のRC橋脚における桁自重による弾性応力解析¹⁾。(II)材齢 t において鋼板を巻き立て、その後2軸曲げが作用したとき、コンクリート、鉄筋および鋼板の応力-ひずみ関係に非線形を適用した弾塑性解析。ここで、ひび割れ後の解析にあたり、次の仮定を行う。①平面保持の仮定が成り立つものとする。

②コンクリートの引張抵抗は無視する。③コンクリートと鋼板の付着は完全なものとする。④曲げモーメントは図-1に示す方向を正とし、曲率は曲げモーメントに対応するものを正とする。⑤コンクリートの応力-ひずみ関係は、道路橋示方書の拘束効果を考慮した応力-ひずみ関係（図-3）にしたがい、それをマルチニアと近似したものを用いる。また、鉄筋および鋼板に関してはバイリニアの応力-ひずみ関係（図-4）を用いるものとする。

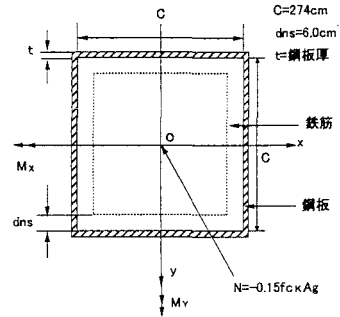


図-1 RC橋脚断面図

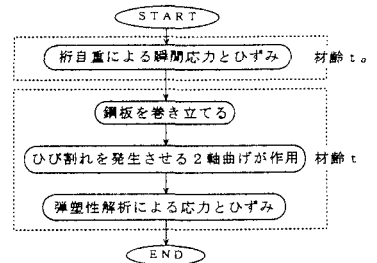


図-2 フローチャート

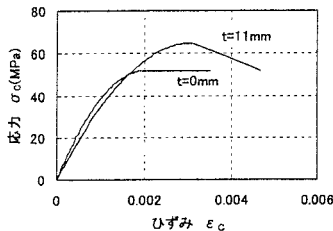
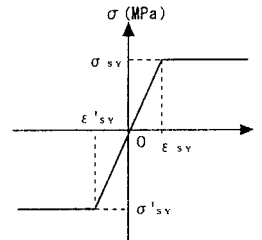

図-3 コンクリートの応力-ひずみ関係
($f_{ck}=40\text{MPa}$)


図-4 鋼材の応力-ひずみ関係

3. 構造特性

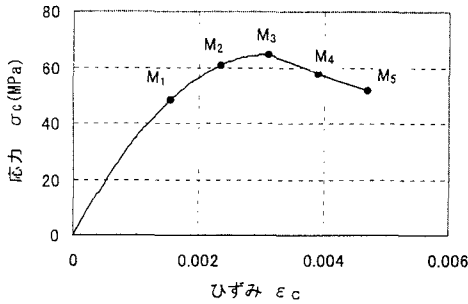
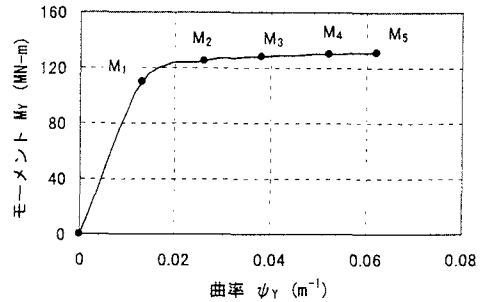
図-1に示すRC橋脚において鉄筋はD38を68本（鉄筋比1.04%）、かぶり6.0cmとする。いま材齢 $t_0=180$ 日で

表-1 パラメーターとして用いる諸量

$f_{ck}(MPa)$	$E_c(t_0)$ (GPa)	$E_c(t)$ (GPa)
40	39.120	40.826
鋼板厚 t (mm)		
7	9	11

表-2 $t=11mm$ の応力-ひずみ関係に対応するM- ψ 関係

モーメント M_y (MN-m)	110.263	124.581	128.405	130.299	130.863
曲率 ψ_y (m^{-1})	0.013	0.026	0.038	0.052	0.065
ひずみ ϵ (10^{-3})	-1.526	-2.383	-3.094	-3.908	-4.717

図-5 $t=11mm$ の応力-ひずみ関係図-6 $t=11mm$ のM- ψ 関係($f_{ck}=40MPa$)

桁自重による軸圧縮力として $N(t_0)=-0.15f_{ck}A_g$ が作用する。そして、材齢 $t_1=10000$ 日において、地震荷重として2軸曲げ M_x および M_y が橋脚に作用する。図-1において M_x を20MN-mに固定し、 M_y のみがゼロから終局状態まで徐々に増加したときの鋼板厚 t をパラメータ(表-1)として得られた曲げモーメント M と曲率 ψ 関係を求め、橋脚の耐力を明らかにした。鉄筋の弾性係数: $E_s=200GPa$ 、鋼板の弾性係数: $E_{sp}=200GPa$
鉄筋: $\epsilon_{sy}=1725 \times 10^{-1}$ 、 $\sigma_{sy}=345MPa$

$$\epsilon'_{sy}=-1725 \times 10^{-1}、\sigma'_{sy}=-345GPa$$

鋼板: $\epsilon_{sPY}=1575 \times 10^{-1}$ 、 $\sigma_{sPY}=315MPa$

$$\epsilon'_{sPY}=-1575 \times 10^{-1}、\sigma'_{sPY}=-315GPa$$

図-5は、鋼板厚 $t=11mm$ の応力-ひずみ関係を示したものである。また、図-6は $t=11mm$ による曲げモーメントと曲率の関係を示している。表-2は、図-5と図-6の対応を示したものである。

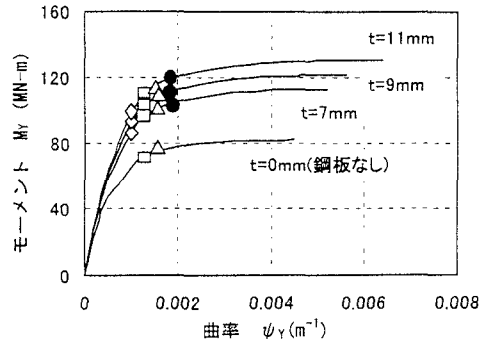
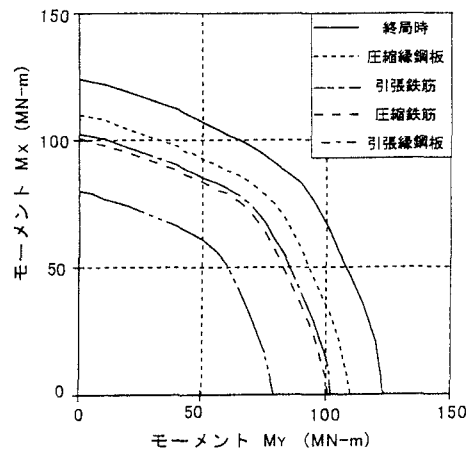
図-7は、鋼板厚 t の変化による曲げモーメントと曲率の関係を示し、 t に応じて耐力が上昇しており、じん性も向上している。鋼材の降伏は1)◇引張縁鋼板、2)□圧縮鉄筋、3)△引張鉄筋、4)●圧縮縁鋼板の順に降伏している。

図-8は、各材料の降伏および終局時の2軸曲げによる相關関係 M_x-M_y を示したものである。2軸曲げによる相關関係 M_x-M_y は、 $M_x=M_y$ を軸に線対象である。

また、拘束効果、設計基準強度による耐力への影響などの構造特性についても明らかにしている。

<参考文献>

1) A. Ghali, R. Favre著(川上 洵, 樫福 浄他訳), コンクリート構造物の応力と変形, 技報堂出版, 1995

図-7 鋼板厚の変化によるM- ψ 関係($f_{ck}=40MPa$)図-8 M_x-M_y 関係($f_{ck}=40MPa$, $t=9mm$)