

首都高速道路公社	正会員	津野和宏
オリエンタルコンサルタンツ	正会員	田中樹由
同上	正会員	森高英樹

1. まえがき

首都高速道路のような都市内高架橋のRC橋脚の断面形状は、立地条件の制約等から断面形状が制限されて過密配筋となることも多く、所定の耐震性能を確保できる配筋の施工が困難となりうる。また、横拘束筋の定着方法と耐震性能との関係はまだ明らかでない。このことから、施工性を考慮した横拘束筋の各種定着方法と耐震性能との関係を明らかにすることを目的とし、典型的な都市内高架橋のRC橋脚（主鉄筋：2段配置）を対象にして、横拘束筋の定着方法をパラメーター（5ケース）とした1/4.35スケールの大型模型実験を実施した。

この結果、横拘束筋の各種定着方法と耐震性能（荷重～変位履歴特性、損傷の進展状況等の関係）、横拘束筋の応力と変形の履歴特性および主鉄筋の抜け出し量を明らかにすることができた。本報告は、この実験に際して計測を行った主鉄筋の抜け出し量について、島ら¹⁾により提案されている抜け出し量の算定式により評価を行い、主鉄筋の抜け出し量について得られた知見を示すものである。

2. 実験の概要

図-1に実験供試体の諸元と、図-2に載荷装置を示す。載荷方法は、鉛直アクチュエータにより柱頭部に上部工反力に相当する一定軸力67tf（軸圧縮応力度 $\sigma_c=14.1\text{kgf/cm}^2$ ）を与えながら、水平アクチュエータにより水平荷重を作用させた。柱最外縁の軸方向鉄筋が降伏するまでは荷重制御方式により漸増加力し、降伏荷重以降は変位制御方式により降伏変位 δ の整数倍の変位に対して3サイクルずつの正負交番載荷を行った。加力は最大荷重経過後、進行させた変位レベルの1サイクル目が確実に降伏荷重以下に低下するまで行った。主鉄筋の抜け出し量は、ステンレスワイヤーにより計測した（図-3）。

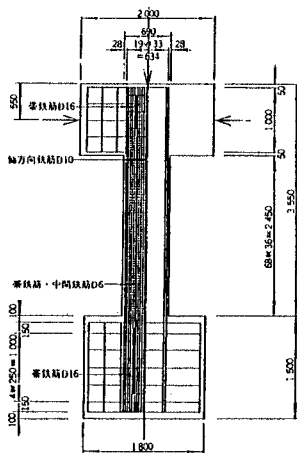


図-1 実験供試体の諸元

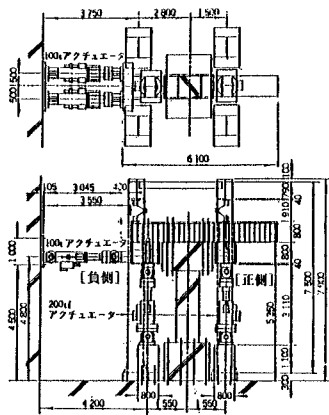
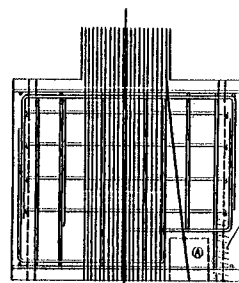


図-2 載荷試験装置



柱基部の主鉄筋に結合されたワイヤーをフーチング内を貫通させ、④部においてセンターホール式変位計により、主鉄筋の抜け出し量を測定する。

図-3 抜け出し量の測定方法

3. 実験結果

(1) 既存の抜け出し量算定式と計測値との比較

キーワード：抜け出し、鉄筋付着、ひずみ-すべり関係

首都高速道路公社：〒100 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1 TEL 03-3502-7311 FAX 03-3503-1806

オリエンタルコンサルタンツ：〒213 神奈川県川崎市高津区久本3-5-7 TEL 044-812-8815 FAX 044-812-8825

島らによると次式により定着鉄筋の抜け出し量 S_y を算出する方法を示している。

$S_y = \alpha \cdot S_{y1}$ (1) 表-1 抜け出し量計測値 [$\pm 1 \delta y$] (mm)

ここで、 S_{y1} は、単独鉄筋の抜け出し量で、

$S_{y1} = 7.4 \varepsilon_y (6 + 3500 \varepsilon_y) D_b / f_c^{2/3}$ (mm)(2)

α は、鉄筋間隔の影響で、
 $\alpha = 1 + 0.9e^{0.45(1 - a_1/D_b)} + 0.45e^{0.45(1 - a_2/D_b)}$ (2段配筋) (3)

上式において、 ε_y ：鉄筋の降伏ひずみ、 f_c ：コンクリートの圧縮強度 (KN/mm²)、 D_b ：鉄筋直径(mm)、 a_1 ：鉄筋間隔(mm)

、 a_2 ：複数段配置における段間隔である。

上式より2段配筋の場合は、 $\alpha = 1.41$ ($a_1 = 35\text{mm}$, $a_2 = 35\text{mm}$)

したがって、降伏時の主筋抜け出し量は $S_y = 0.26\text{mm}$ と算定される。

ステンレスワイヤーで計測された最外縁の4角の主筋の抜け出し量（各試験体の $\pm 1 \delta y$ における計測値）は表-1の通りであり、計算値と概ね良く一致している。

(2)降伏前におけるひずみ-すべり関係

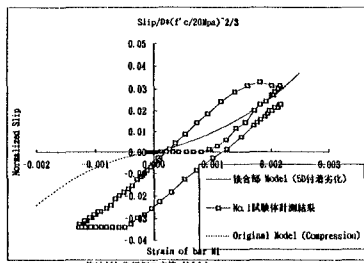


図-4 ケース1試験体前面の主筋載荷端におけるslip~strain関係

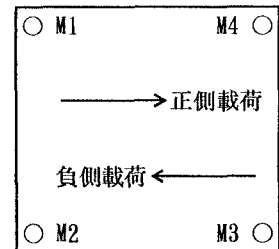
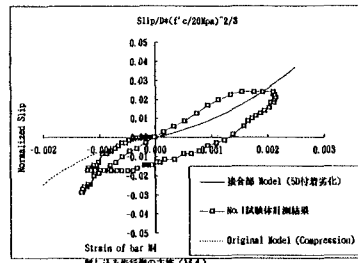


図-5 柱基部計測位置

上図は、ケース1試験体の主筋M1（引張先行）とM4（圧縮先行）について、鉄筋載荷端（フーチング天端位置）で計測された主鉄筋ひずみと、ステンレスワイヤーのすべり量（伸縮量をコンクリート強度と鉄筋径で無次元化）の関係を、加力開始から $1 \delta y$ サイクル終了まで示したものである。処女加力部分に着目すると、M1では1000 μ 未満の領域でslip（抜け出し）がほとんど測定されていないが、その後 $1 \delta y$ 到達時には5D区間で付着劣化を仮定した解析値に漸近している。一方M4に関しては、加力開始直後から解析値とよく一致するくびれた形状を描いた。

(3)降伏後におけるひずみ-すべり関係

$1 \delta y$ 経過後slip量は概ね横這いとなり、その後ひずみが20000 μ 前後に達する時点で再び増加する状況は、解析値と良く一致している（図-6）。

4. まとめ

一般に、実験供試体が小さいほど、主鉄筋の抜け出し量が脚の変位量に占める割合が大きいと言われており、実験結果の評価を行う場合に問題となるが、本検討から主鉄筋の抜け出し量は島らの式によって精度良く求められ、変位量に占める割合はほぼ一定であることがわかった（表-2）。今後行う実験における主鉄筋の抜け出し量の評価には、島らの式を適用可能であることを確認した。

最後に、本検討にあたって首都高速のコンクリート構造物分科会で貴重なご指導・ご意見を頂いた前川分科会長をはじめ委員の皆様に感謝の意を表します。

参考文献 1)島・周・岡村：異形鉄筋の鉄筋降伏後における付着特性，土木学会論文集，第378号，pp. 213~220，1987年2月

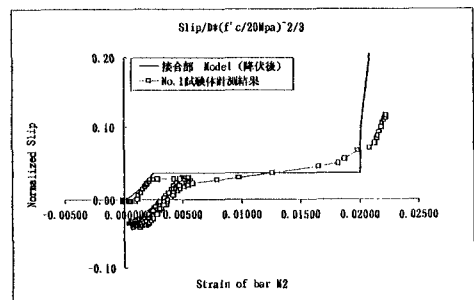


図-6 引張先行鉄筋の降伏後におけるslip~strainの関係

表-2 抜け出し量の脚の変位量に占める割合（ケース1）

	$1 \delta y$	$2 \delta y$	$3 \delta y$	$4 \delta y$	$5 \delta y$
正側	0.10	0.16	0.14	0.14	0.14
負側	0.07	0.14	0.14	0.16	0.19