

I-96

R C橋脚の主鉄筋配置と変形性能に関する考察

北海道開発コンサルタント(株) 正員 井上 雅 弘
 北海道開発局 開発土木研究所 正員 佐藤 昌 志
 北海道開発局 開発土木研究所 正員 谷 本 俊 充
 北海道開発局 開発土木研究所 正員 西 弘 明

1. はじめに

R C橋脚の変形性能照査は昭和55年道路橋示方書V耐震設計編に取り入れられ、平成2年に保有水平耐力照査として一部改定され現在に至っている。また、道路橋示方書IV下部工編においては主鉄筋の段落しを行う場合に变化位置での応力度に規定を設けて有害なひびわれの発生を防いでいる。しかし、平成7年の「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様および復旧仕様の解説(案)」においては段落し部の損傷を避け、橋脚の終局耐力向上を図るために段落しは原則として行わないこととしている。

段落しを行わない橋脚の変形性能は基部近傍での曲率による変形の占める割合が大きく全体が有効に変形していないが、主鉄筋量のある範囲で徐々に低減し、一断面での鋼材量変化率を小さくすることによって有効な変形性能を付与することが可能である。本文では段落しの程度と許容応力度法における応力状態、橋脚のP~δ関係について試算し、橋脚の変形性能に及ぼす段落しの影響についての考察を行うものである。

2. 設計条件

図-1に示す躯体形状を計算モデルとし、図-2に示す橋脚基部における主鉄筋配置を共通として中間部での鉄筋量低減(段落し)について表-1に示す3ケースの検討を行った。また、横拘束筋による拘束効果の影響についても検討するためにそれぞれのケースについて横拘束筋間隔 100cm、75cm、50cmの3種類の検討を行った。

表-1 設計条件

基本条件		使用材料	
設計水平震度	kh= 0.20	コンクリート	$\sigma_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$
死荷重反力	Wd= 400 tf	鉄筋	$\sigma_{sy} = 3000 \text{ kgf/cm}^2$
上部構造部重量	Wu= 1100 tf		(SD-295A)

表-2 計算ケース

ケース	段落し	横拘束筋間隔
Case-1	なし	100cm、75cm、50cm
Case-2	3回	100cm、75cm、50cm
Case-3	9回	100cm、75cm、50cm

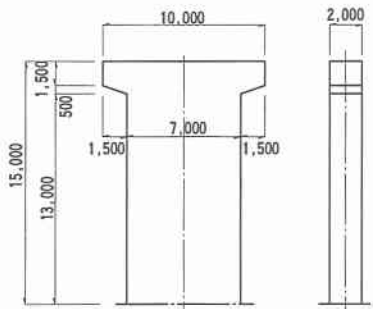


図-1 計算モデル

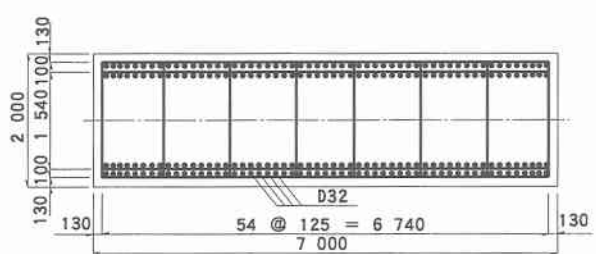


図-2 橋脚基部の配筋

A Study on Arrangement of Main Tension Reinforcements and Ductility of Reinforced Concrete Pier
 by Masahiro INOUE, Masashi SATO, Toshimitsu TANIMOTO and Hiroaki NISHII

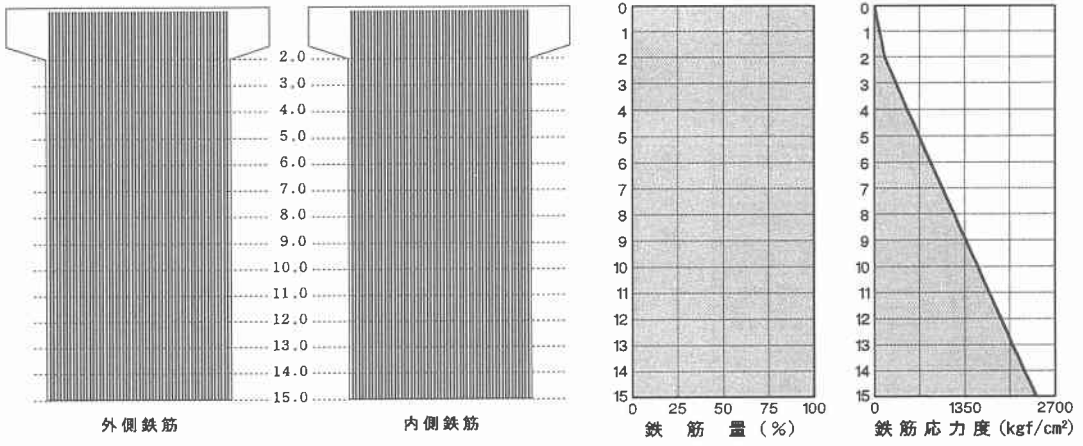


図-3 段落しなしの場合 (Case-1) の配筋と鉄筋応力度

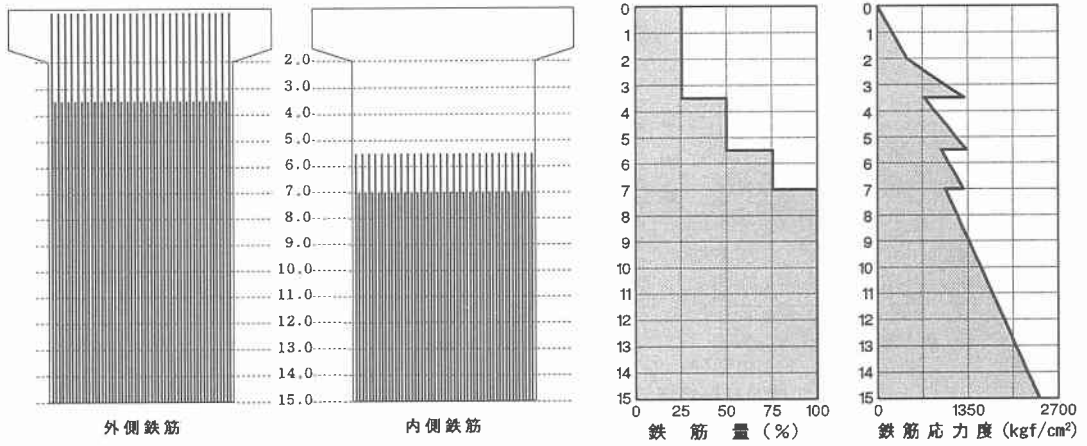


図-4 段落し3回の場合 (Case-2) の配筋と鉄筋応力度

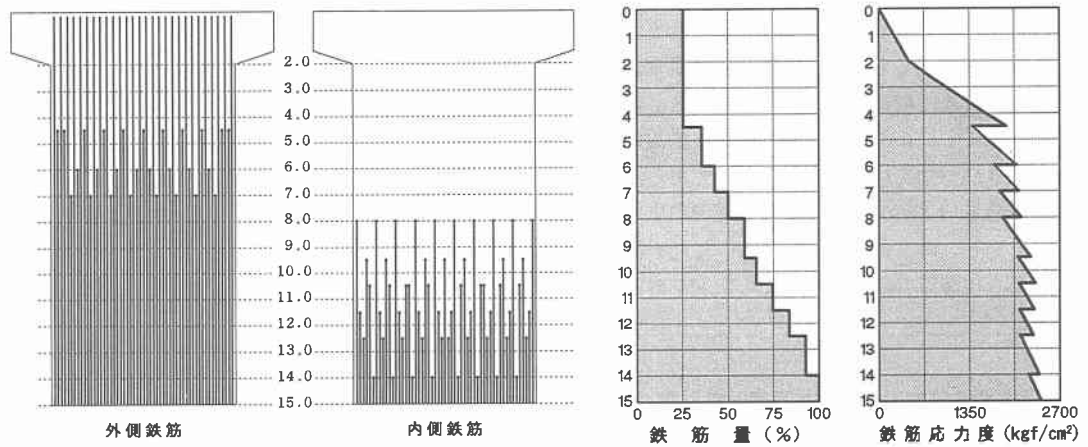


図-5 段落し9回の場合 (Case-3) の配筋と鉄筋応力度

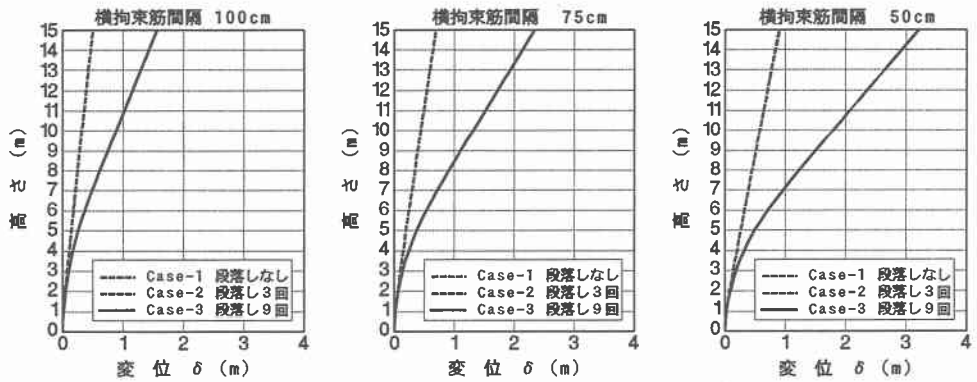


図-7 橋脚基部終局時の各断面の変位図

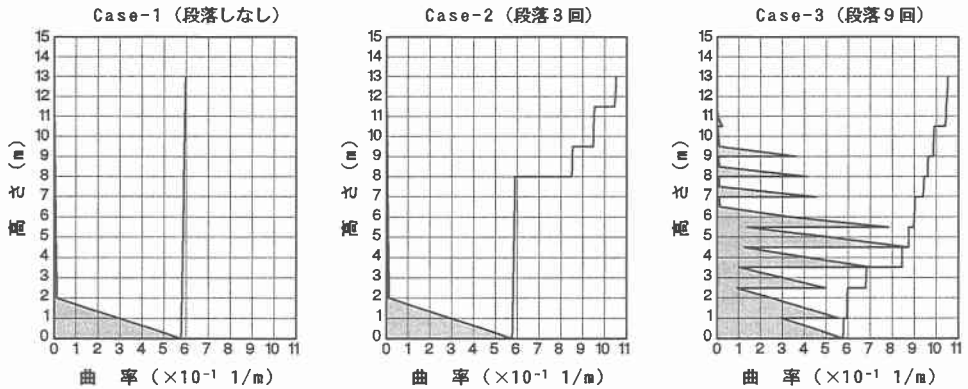


図-8 橋脚基部終局時の各断面の曲率（横拘束筋間隔50cmの場合）

6. まとめ

- 1) 段落しを行わない場合の変形性能は橋脚基部近傍での曲率に依存しており、主鉄筋量を徐々に減らすことによって影響範囲を広げ変形性能を向上させることが可能であることがわかった。
- 2) 極度な段落しを行うと終局時の変形量が大きくなりすぎて付加モーメントの影響を無視できなくなったり、せん断耐力への影響を検討する必要があると好ましいものと言えないが、適切に行って等価剛性を下げることにより橋脚高さが異なる橋梁において振動単位を1つにするようなことが可能である。その適用性については今後の検討課題である。
- 3) 段落しによって塑性域に入る範囲が広がること、終局状態での段落した鉄筋の有効長が明確でないことから、計算値とのずれによって最終的な破壊断面位置がずれると保有水平耐力の低下も考えられるため、現時点では実構造物での制御が難しいものと考えられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書V耐震設計編
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書IV下部工編
- 3) 日本道路協会：「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料(案)

3. 許容応力度法による設計

図-3～図-5に各ケースの配筋形状と鉄筋量および許容応力度法による設計の地震時応力度を示す。段落し3回の場合は道路橋示方書に従って段落し位置での鉄筋応力度が許容応力度の1/2以下となるようにしている。また、段落しを9回行った場合には降伏時、終局時に橋脚基部で決定するように段落し位置を決定している。

4. 変形性能の評価

4.1 終局時の橋脚先端変位量

図-6に示すように段落しなし (Case-1)、と段落し3回 (Case-2) に対して段落し9回 (Case-3) の場合では終局時変形量が非常に大きくなる。これは図-7に示す変形図および図-8の曲率分布からわかるように、Case-1,2では橋脚基部から約2m区間の曲率のみで全体の変形量が決まるのに対し、Case-3の場合には曲率の大きくなる区間が広がり、基部から約6m区間の曲率が影響しているためである。なお、このように変形量が大きくなると付加モーメントの影響を考慮する必要があるが、計算例では考慮していない。

4.2 横拘束筋の影響

図-6、図-8に示すように変形状態はCase-1,2では横拘束筋による影響が見られないが、Case-3では横拘束筋間隔を小さくして拘束効果を高めた方が変形性能は向上している。

表-3 各ケースのP～δ関係

		横拘束筋間隔 100cm		横拘束筋間隔 75cm		横拘束筋間隔 50cm	
		P (tf)	δ (cm)	P (tf)	δ (cm)	P (tf)	δ (cm)
Case-1 段落しなし	ひびわれ時 (C)	122.8	1.0	122.8	1.0	122.8	1.0
	降伏時 (Y)	320.0	7.3	318.9	7.4	318.0	7.4
	終局時 (U)	360.3	49.9	361.7	69.2	363.0	90.1
	δy/δu	6.8		9.4		12.2	
Case-2 段落し3回	ひびわれ時 (C)	122.8	1.0	122.8	1.0	122.8	1.0
	降伏時 (Y)	320.0	7.4	318.9	7.5	318.0	7.5
	終局時 (U)	360.3	50.1	361.7	69.4	363.0	90.3
	δy/δu	6.8		9.3		12.0	
Case-3 段落し9回	ひびわれ時 (C)	122.8	1.1	122.8	1.1	122.8	1.1
	降伏時 (Y)	320.0	9.5	318.9	9.6	318.0	9.7
	終局時 (U)	360.3	155.8	361.7	234.1	363.0	321.2
	δy/δu	16.4		24.4		33.1	

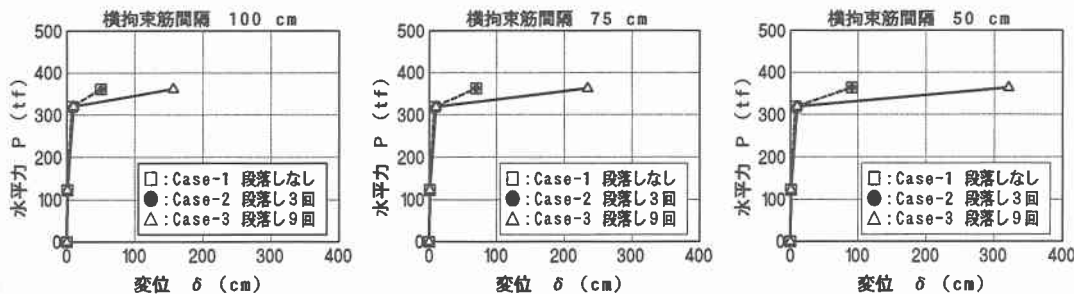


図-6 横拘束筋間隔とP～δ関係