

防衛大学校	学生員	○アビラック チョサントーン	防衛大学校	学生員	別府万寿博
防衛大学校	正員	香月 智	防衛大学校	フェロー	石川 信隆
ジョーボン'建設	正員	佐野 正			

1995 年 1 月に発生した兵庫県南部地震において RC 橋脚の段
落し部において被害が集中したことから、全国的に特に段落し部を
中心とした鋼板巻立て補強が実施されている。著者らは、今回の地
震被害の原因の一つが衝撃的上下動によるものと考え、衝撃突き
上げ実験を行い、RC 橋脚模型の水平輪切り状ひびわれを再現さ
せた¹⁾。本研究は、さらに鋼板巻立て補強が衝撃的上下動に対して
果たして有効であるか否かを実験的に検証しようとしたものである。

2.1 実験システム

図-1 衝撃突き上げ実験の概要

Figure 1 illustrates five different reinforcement patterns for concrete pipe sections, labeled A through E. Each pattern is shown in a cross-sectional view (bottom) and a corresponding side elevation view (top). The pipe has an outer diameter of $d=10\text{cm}$ and a total height of 33cm . The reinforcement patterns are as follows:

- A: 無補強 (No Reinforcement):** Shows a plain concrete pipe with no reinforcement bars.
- B: d補強 (Ring Reinforcement):** Shows a pipe with reinforcement bars (SB) spaced at d (approximately 10cm) around the circumference. The side elevation shows a shaded ring with a height of d .
- C: 2d補強 (2d Ring Reinforcement):** Shows a pipe with reinforcement bars (SB) spaced at $2d$ (approximately 20cm) around the circumference. The side elevation shows a shaded ring with a height of $2d$.
- D: 全長補強 (Full Length Reinforcement):** Shows a pipe with reinforcement bars (SB) spaced at d around the circumference. The side elevation shows a shaded area covering the entire height of the pipe, with a total height of $2d$.
- E: 螺旋補強 (Spiral Reinforcement):** Shows a pipe with reinforcement bars (SB) spaced at d around the circumference. The side elevation shows a shaded area covering the entire height of the pipe, with a total height of $2d$.

The diagrams also indicate the location of reinforcement bars (SB, FB, GB) and the dimensions of the pipe sections.

図-2 供試体および鋼材のひずみゲージ

Figure 1 illustrates the comparison of vertical and horizontal cross-sections for two types of concrete-filled steel tubes: A (no reinforcement) and E (reinforced).

Vertical Cross-Section:

- Type A (無補強) has a height of 15.2cm.
- Type E (鉄筋補強) has a height of 33cm.

Horizontal Cross-Section:

- Both types have a diameter of 14.4cm.
- Type A (無補強) shows 4 reinforcement points (dots) distributed around the circumference.
- Type E (鉄筋補強) shows 8 reinforcement points (dots) distributed around the circumference.

圖-3 破壞形態

図-2 のように、供試体内部の鋼材(ボルト、鉄筋)のひずみゲージは、段落し部位置(SB1)の位置のひずみを測定した。なお、コンクリート表面には柱軸方向のひずみと段落し部の円周方向のひずみも測定したが、ここでは省略する。その他に突き上げ板と供試体上部重錘の加速度と変位も計測した。

3. 実験結果と考察

ここでは、各供試体における突き上げ速度の最大値がほぼ同じ程度(約 70cm/s)、つまり同じ程度の外力が作用した場合について考察を行う。

3.1 破壊形態

図-3 のようにA(無補強)タイプとE(鉄筋補強)タイプにのみ輪切り状ひびわれが発生した。またB,C,Dの鋼板補強タイプの供試体には、コンクリートおよび鋼材のひずみ応答からひびわれは発生していないと判定した。

3.2 補強効果

(1) 鋼板巻き立て補強効果の影響

図-4 にA(無補強)タイプとC(2d補強)タイプにおける段落し部のボルトのひずみ(SB1)～時間関係を示す。A(無補強)タイプは突き上げ開始後約 18ms でひびわれが発生したため、ひびわれ発生と同時にボルトが降伏し、最大約 4000 μ の大きな引張りひずみが生じ残留ひずみも残っていることがわかる。一方、C(2d補強)タイプは、弾性応答をしており補強の効果が認められる。

(2) 鋼板巻き立て補強長さの影響

図-5 に各鋼板巻き立て補強の供試体(B,C,D)の段落し部のボルトのひずみ(SB1)～時間関係を示す。これよりB(d補強)タイプがC(2d補強)タイプやD(全長補強)タイプに比べ圧縮、引張りともにやや大きい弾性応答を示していることがわかる。しかし、全体的に補強長さによる差異はあまり顕著ではないことが認められる。

(3) 鉄筋補強の効果

図-6 にE(鉄筋補強)タイプとD(全長補強)タイプの段落し部のボルトのひずみ(SB1)～時間関係を示す。どちらも補強鋼材量は同じであるにも拘わらず、D(全長補強)タイプの方がE(鉄筋補強)タイプよりも圧縮、引張りともに小さい。また、E(鉄筋補強)タイプにはひびわれが発生したことから、Dタイプの鋼板補強の有効性が認められる。

4. 結論

(1) 鋼板巻き立て補強は、無補強に比べ衝撃的上下動に対しても有効であることを実験的に検証した。

(2) 鋼板巻き立て補強の長さの効果について、補強長さが小さいほどひずみ応答がやや大きいことがわかった。しかし、補強長さの影響はさほど顕著ではなかった。

(3) 補強方法の違いは、RC橋脚外部に鋼板巻き立て補強する方が内部を鉄筋で補強するよりも有効であると思われる。

参考文献

1) 別府万寿博, 香月智, 石川信隆: 衝撃突き上げ実験によるコンクリート柱供試体の輪切り状ひびわれ, 第3回落石等による衝撃問題に関するシンポジウム, pp139~144, 1996年5月。

2) 道路構造物の補修要領, 第2部, コンクリート構造物, 阪神高速道路公団, 平成2年6月。

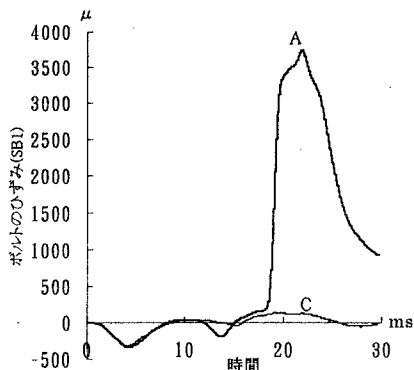


図-4 A(無補強)タイプとC(2d補強)タイプのボルトのひずみ応答(SB1)の比較

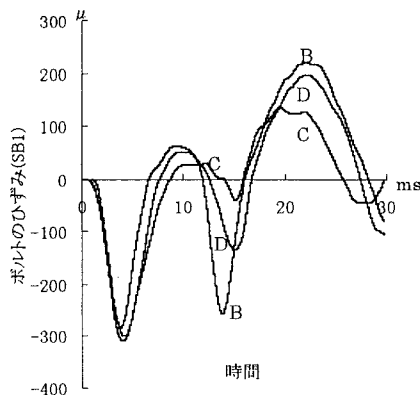


図-5 各鋼板補強タイプ(B,C,D)のボルトのひずみ応答(SB1)の比較

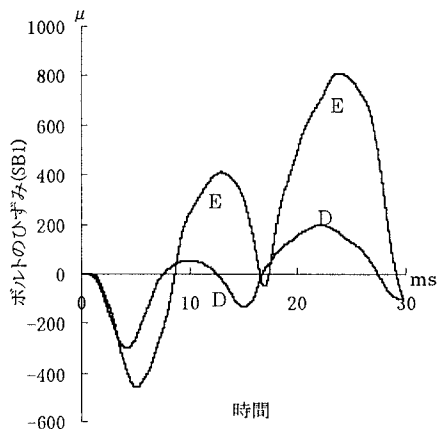


図-6 E(鉄筋補強)タイプとD(全長補強)タイプのボルトのひずみ応答(SB1)の比較