

場所打ち鉄骨コンクリートライナーの開発（その3）

ー継手部の曲げ実験ー

大豊建設（株） 正会員 鈴木 佳樹 正会員 濱田 孝義
同 上 正会員 藤由 雅裕
川崎製鉄（株） 正会員 大久保浩弥 非会員 篠原 雅樹

1. はじめに

場所打ち鉄骨コンクリートライナーのライナー間継手は、図-1に示すように地山側および坑内側継手板の間はコンクリートが一体となる構造である。

継手部試設計は、圧縮域のコンクリートおよび主鋼材を圧縮部材、ボルトを引張鋼材としたRC断面理論により中立軸、継手部張力を算出し、継手部目開き、回転角等を継手面コンクリートの縁が切れている状態と仮定したはり-ばねモデルによる計算法により算出している。

本実験は継手部の構造性能、設計法の妥当性を確認することを目的として実施した。

2. 実験方法

実験体の形状および寸法を図-2に示す。実験体は、試設計断面の1/2モデルの直線部材とし、鋼材の材質はSS400、コンクリートは呼び強度24N/mm²のレディーミクストコンクリート（早強、G_{max}=20mm）を使用した。

載荷荷重は等曲げ区間80cmの2点載荷で破壊に至るまで、軸力は試設計相当を導入した。実験ケースは外縁スキンプレートが上側になる場合（CASE-3）と下側になる場合（CASE-4）の2ケースとした。

3. 実験結果

表-1に理論解析結果および実験結果を示す。CASE-3,4共に理論解析では、終局荷重がコンクリートの圧壊であったが、実験では、ボルト破断が終局となった。終局荷重はCASE-3,4共に理論値を上回る良好な結果であった。

表-1 理論解析結果および実験結果

	理論値				実験値		安全率 ②/①
	設計荷重 コンクリート 許容①	ボルト 許容	コンクリート 圧壊	ボルト 降伏	コンクリート 許容	終局荷重 ボルト 破断②	
CASE-3	370kN	932kN	1229kN	1226kN	—	1452kN	3.92
CASE-4	372kN	941kN	1267kN	1256kN	687kN	1385kN	3.72

キーワード 大断面シールドトンネル、鉄骨コンクリート、RC断面理論、はり-ばねモデルによる計算法
連絡先 東京都中央区新川1-24-4 TEL 03-3297-7011 FAX 03-3297-7065

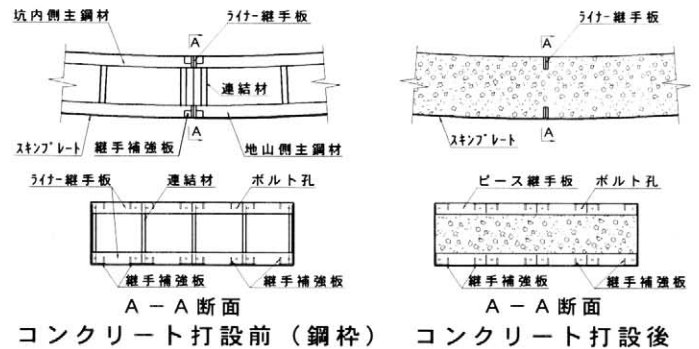


図-1 ライナー間継手状態図

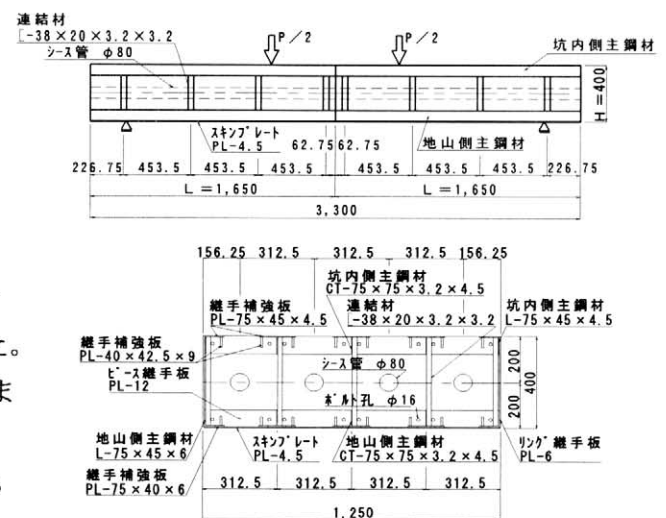


図-2 試験体の形状寸法図

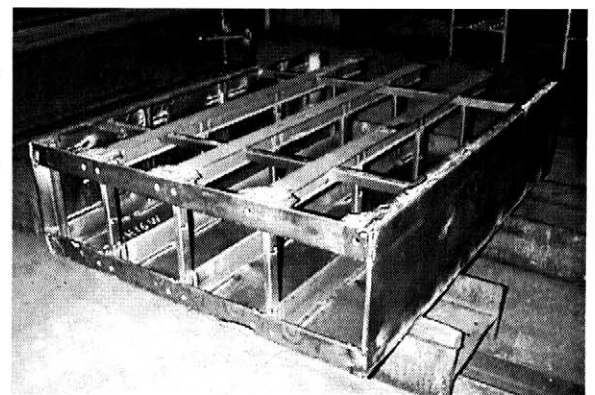


写真-1 試験体（鋼枠）

(1) 継手部鉛直変位

図-3に示す継手部鉛直変位は、CASE-3ではひび割れ発生荷重（648kN）まで、CASE-4では引張縁歪みの結果からの想定ひび割れ発生荷重（685kN）まで全断面有効の理論値とほぼ一致する良好な結果が得られた。

(2) ボルト引張応力

図-4に示すCASE-3のボルト引張応力は、早期にボルト応力が増加したが荷重900kN以降は、概ね理論値と一致した。

早期に応力が増加した要因としては、圧縮側ライナー継手板の接触面が均一に接していなかったため、載荷荷重が小さい段階では、圧縮域の有効断面が減少して中立軸が下がり、継手部に大きな張力が発生したものと考えられる。

(3) コンクリート圧縮歪み

図-5に示すCASE-4のコンクリート圧縮歪みは理論値に対して実験値が小さい傾向となった。

要因のひとつには、前述の中立軸が下がったことが考えられる。

また、継手部理論値はRC断面理論により算定しているが、圧縮縁の継手面はライナー継手板等があり、その背面に圧縮主鋼材や継手補強板がある。歪みの計測位置が継手板近傍であるため、局部的に継手板などの影響を受け、歪みが小さくなったことも考えられる。

(4) 継手部目開き

図-6に示す継手部目開きは、CASE-3,4共に理論値より早期に開く傾向であったが、ボルト離間荷重（865kN、877kN）前までは、目開き増加の勾配は理論値に近似している。離間荷重以降は、理論値に対して目開きが徐々に大きくなった。

その要因としては、継手部張力が理論値より大きかったことやライナー継手板が局部的に降伏し、その影響が徐々に大きくなり、継手板の面外変形量が大きくなったことが考えられる。

(5) まとめ

上記実験結果より、CASE-3,4共に理論解析に近似した結果が得られた。終局状態は異なったが、終局荷重の理論値を実験値が上回ったこと、安全率が3.7以上あったことから、設計法も概ね妥当と考える。

4. おわりに

実験結果より、継手部の構造性能、設計法の妥当性を確認できた。

今後の研究課題としてはコンクリート打設前の構造特性の評価、設計法の確認、馬蹄形断面等リングとしての強度の確認が必要であり、本実験結果を生かし、実用化に向け更なる研究を進める。

最後に本研究をご指導頂いた足立紀尚京都大学教授および関係各位に深く感謝の意を表します。

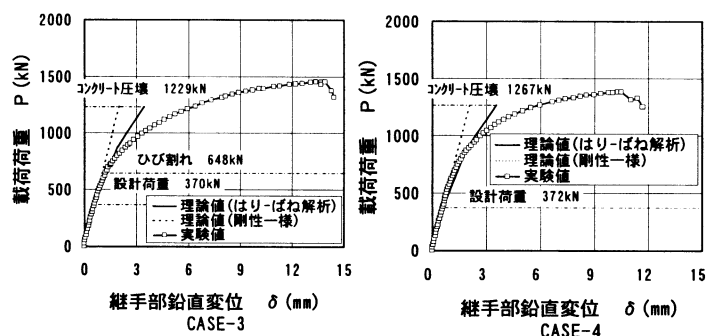


図-3 荷重-継手部鉛直変位関係図

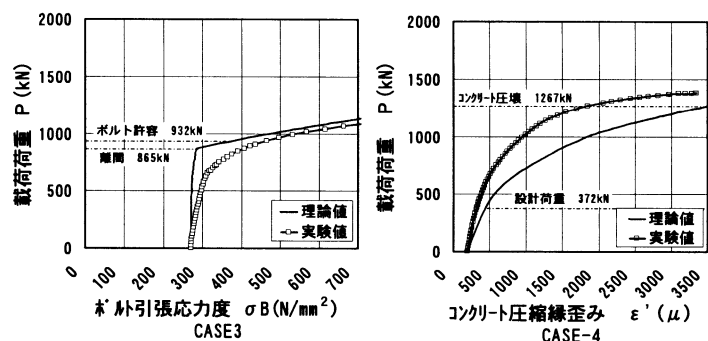


図-4 荷重-ボルト引張応力関係図

図-5 荷重-コンクリート圧縮歪み関係図

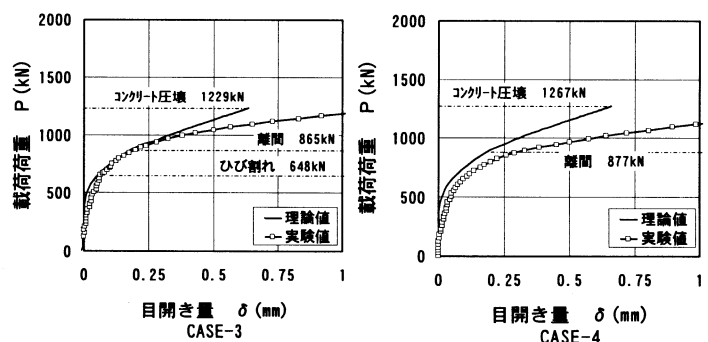


図-6 荷重-継手部目開き関係図