

アンボンド PCaPC 部材の応力伝達機構に及ぼすシアスパン比の影響に関する解析的研究
その2 解析結果

Analytical Study on the Effect of Shear Span on Stress Transfer Mechanism of Unbonded Precast Prestressed Concrete Members

Part 2 Analysis Results

周鵬¹, ○小川智輝¹, 福井剛²

Zhou Peng¹, *Tomoki Ogawa¹, Tsuyoshi Fukui²

Abstract: This study presents the results of the analysis described in the previous section (Part 1). The results confirmed the formation of compression struts in the arch mechanism at maximum load for the specimen with a shear span ratio of 0.5. It is also known that a specimen with a shear span ratio of 1.0 can be evaluated for its bearing capacity by means of a bending resistance mechanism.

1. はじめに

本研究では、前項(その1)で述べた解析結果を示すとともに、アンボンド PCaPC 試験体の部材内の応力状態や破壊経過から、応力伝達機構に及ぼすシアスパン比の影響を明らかにする。

2. 解析結果

2.1 荷重-部材角関係と破壊経過

図1(a), (b)は、それぞれ SR10 と SR5 の荷重-部材角関係を示したものである。図中点線は実験結果、一点鎖線は、シアスパン比 0.8 以上の試験体を対象とした、最大耐力を評価できる式(1a)式、(1b)式¹⁾中の計算値 Q_{um} を表している。表1は解析結果によって得られた最大荷重 Q_u と(1a)式、(1b)式による計算値 Q_{um} を比較したものである。

$$T_p < C_{cu} : Q_{um} = \left(\frac{D}{L}\right) \cdot \left(1 - \frac{T_p}{N_o}\right) \cdot T_p \quad \text{-----(1a)}$$

$$T_p \geq C_{cu} : Q_{um} = \left(\frac{D}{L}\right) \cdot \left(\frac{N_o}{4}\right) \quad \text{-----(1b)}$$

$$T_p = P_e + 800 \left(\frac{D}{L_{ub}}\right) \cdot a_{pg} \leq T_{py}$$

ここに、

$$N_o = \alpha \cdot \sigma_B \cdot b \cdot D \quad C_{cu} = N_o / 2 \quad \alpha = \sqrt{60 / \sigma_B} \leq 1$$

T_p : 最大荷重時全 PC 鋼材の引張力

図2(a), (b)は、シアスパン比 1.0 の試験体である SR10 の最大荷重時および最終破壊状況を示したものである。図3(a), (b), (c)は、シアスパン比 0.5 の試験体である SR5 のせん断ひび割れ発生以降の破壊経過を示したものである。試験体 SR10 と SR5 の破壊モードは、ともに対角線状せん断破壊であった。これらの

図より、以下のことが指摘できる。

1) SR5 は、対角線状せん断ひび割れがかなり早期に発生したが、部材端部のコンクリートの圧壊は生じなかった。このひび割れは、反曲点に発生し、その後端部に向

表1 計算値と有限要素法による解析値との比較

試験体名	Q_u (kN)	Q_{um} (kN)	Q_u/Q_{um}
SR10	389.9	388.9	1.003
SR5	723.1	819.7	0.882

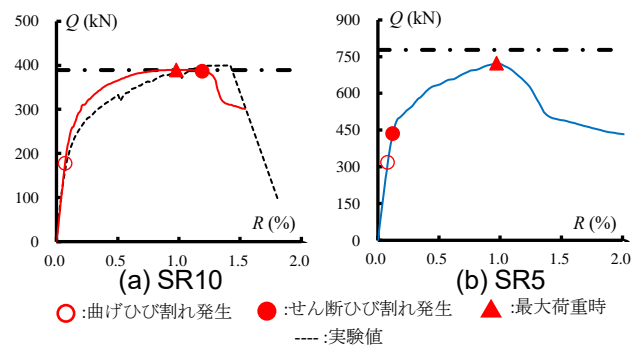


図1 荷重 Q -部材角 R 関係

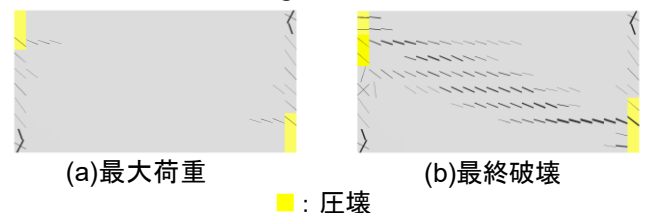


図2 SR10の損傷状況

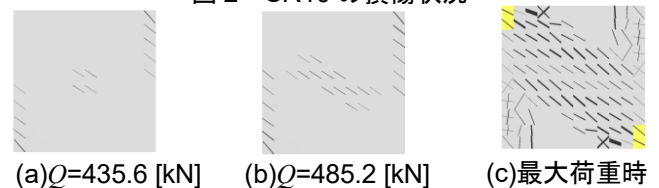


図3 SR5の損傷状況

1:日大理工・院(前)・海建 2:日大理工・教員・海建

かって進行していった。そして、この対角線状せん断ひび割れは貫通後も荷重は上昇した。

2) SR10の最大荷重時は、部材両端の曲げひび割れの開口とコンクリートの圧壊が生じているが、SR5では、対角線状のストラットが形成されるようなひび割れが入り、部材両端はコンクリートが圧壊していない。

3) SR10の最大荷重経過後は、SR5とは異なり、対角線状せん断ひび割れが端部から反曲点に向けて進行し、ひび割れの貫通と同時に急激な耐力低下を起こした。

4) SR10の解析による最大荷重と(1)式による計算値は、実験結果と良く一致しているが、SR5の解析による最大荷重は、計算値を下回った。

2.2 最大荷重時の最小主応力分布

図4は、曲げ危険断面近傍④、反曲点位置③およびこれらの中間位置②における最大荷重時の各解析ケースの最小主応力分布を示したものである。これらの図より、以下のことが指摘できる。

対角線状せん断ひび割れの貫通と同時に耐力が低下したSR10の最小主応力は、断面③では高さ方向にほぼ一定、断面④、断面②では、圧縮縁から離れるにしたがって減少している。前報その1の図2に示したようなアーチ機構では、応力は対角線方向に形成された圧縮ストラットを介して伝達される。したがって、断面③以外で最小主応力が圧縮縁で最大となるSR10には、最大荷重時にアーチ機構が形成されていないことを示している。この結果は、2.1項からも分かるようにSR10は曲げ抵抗機構によって最大耐力を評価できることを示している。一方、対角線状せん断ひび割れの貫通後も耐力上昇したSR5では上述の圧縮ストラット上で最小主応力が大きくなっており、その最大値はどの断面でも同じ値となっている。また、曲げ危険断面以外では、コンクリート圧縮縁の応力がほぼゼロとなっている。

2.3 最大荷重時における材軸直交方向の応力分布

図5は、最大荷重時の各解析ケースの材軸直交方向の応力（以後、鉛直応力）分布を断面別に示したものである。これらの図より、以下のことが指摘できる。

1) SR5の鉛直応力は、対角線の圧縮ストラット上で最大となっており、その最大値は最小主応力分布と同様に、どの断面でもほとんど同じ値である。この結果は、最小主応力分布からも分かるように、対角線方向の圧縮ストラットが形成されていることが分かる。

2) SR10は、中立軸が断面内にある断面④では鉛直応力が発生しているが、断面外にある断面②、断面③ではほとんど生じていない。これはSR5とは異なり、圧

縮ストラットが形成されていないことを示している。

3. まとめ

1) シアスパン比1.0の試験体であるSR10では、対角線状せん断ひび割れが端部から反曲点に向けて進行していたが、シアスパン比0.5の試験体であるSR5では、反曲点から端部に向けてせん断ひび割れが進行し、その後も荷重は上昇した。

2) SR10の最大耐力は、解析値と文献1)による計算値が良く一致していたが、解析によるSR5の最大耐力は計算値を下回った。

3) SR5の最大荷重時における最小主応力分布および鉛直応力は、どの断面でも圧縮ストラットに対応する範囲での最大値が一定であることが分かり、アーチ機構の圧縮ストラットが形成されていることを確認した。

4) SR10は曲げ抵抗機構によって耐力評価できることが分かった。

【参考文献】

[1] 浜原ほか: アンボンドプレキャストプレストレストコンクリート部材の耐力, 日本建築学会構造系論文集, 第86巻, 第789号, pp.1549-1557, 2021. 11

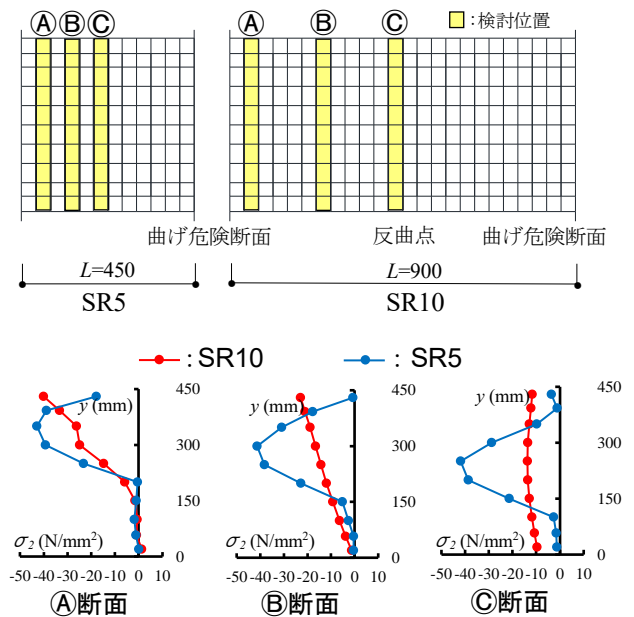


図4 最大荷重時のコンクリート最小主応力

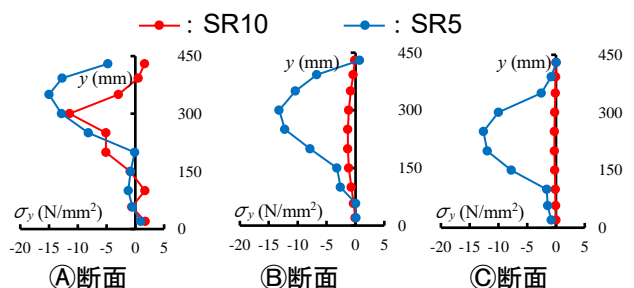


図5 最大荷重時のコンクリート鉛直応力