

コンクリート強度分布特性を考慮したせん断耐荷性能評価

大阪市 正会員 ○佐伯 慶悟
神戸大学大学院 学生員 橋本 航

神戸大学工学部 正会員 森川 英典
神戸大学工学部 正会員 小林 秀恵

1.はじめに

近年、鉄筋コンクリート（以下 RC）構造物におけるせん断破壊問題に関する研究は各機関で盛んに行われており、過去の著者らの研究では、既存橋梁橋脚に対して非破壊試験を実施し¹⁾、そのデータに基づくコンクリート強度分布の推定を行い、さらには有限要素法によるせん断耐荷性能の評価を行った。その結果において同一部材内に発生した強度差がせん断破壊機構に影響を及ぼす可能性が示唆された。本研究においては、実施工により発生し得るコンクリート強度の分布特性に着目し、その要因がせん断耐荷性能および破壊機構に及ぼす影響を評価することを目的とし、実験的および解析的見地の両面より検討を行った。

2.実験および解析の概要

実験においては RC はり部材に対する中央 2 点荷重の静的荷重試験を実施した。ここで、図-1 に実験概要について示す。なお、本研究では左右対称断面を使用したため、ここでは片側のみの記述に留める。また、解析手法については 2 次元弾塑性有限要素法を用い、解析モデル等については実験手法に準拠するものとする。また、強度分布特性を型別に分類するために便宜上、低強度部が支点側に存在するものをパターン A、荷重点側にあるものをパターン B とした。また、強度の相異なるコンクリートの打重ね目はせん断スパン中央を標準とした。また、表 1 に実験供試体の概要について示す。なお、名称の末尾番号が同じものは強度配置を対とした。

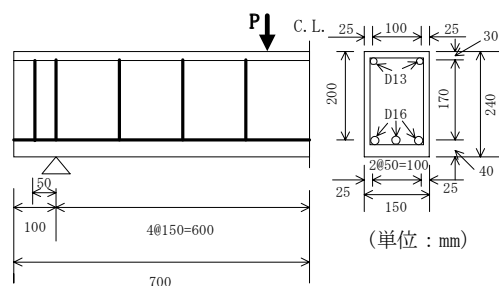


図-1 静的荷重試験概要

表-1 供試体概要

供試体 名称	分布 パターン	目標支点側 強度 (N/mm ²)	目標荷重点側 強度 (N/mm ²)
S-N	一体打ち	20.0	20.0
D-A-1	A	15.0	25.0
D-A-2	A	12.5	25.0
D-A-3	A	10.0	25.0
D-A-2EX	A	12.5	20.0
D-B-1	B	25.0	15.0
D-B-2	B	25.0	12.5
D-B-3	B	25.0	10.0
D-B-2EX	B	20.0	12.5

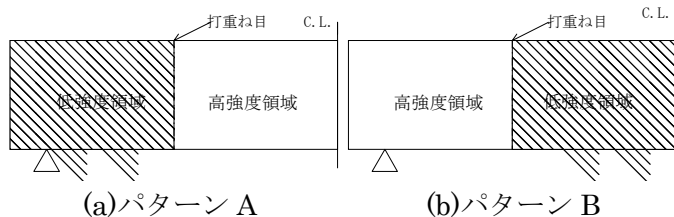


図-2 強度分布パターン

3. 強度分布特性を考慮した破壊機構の検証

表-2 に実験および解析におけるせん断耐力および終局耐力について示す。なお、ここでのせん断耐力とはトラス機構に基づくスタラープが降伏した時点の耐力を示し、また終局耐力は最大荷重時における耐力とする。これより、全体的な傾向としてパターン A の供試体の方がパターン B よりもせん断耐力、終局耐力がともに高く、さらに解析結果は実験結果を比較的高い高い精度で追従できているものと考えられる。

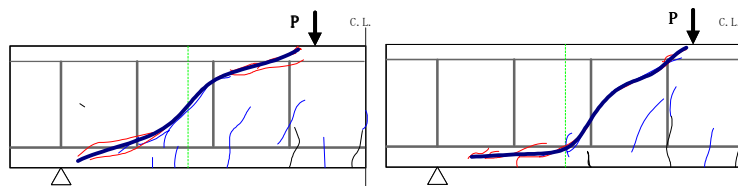
表-2 実験値および解析値の比較

供試体 名称	①実験値 (kN)		②解析値 (kN)		せん断耐力 比 (②/①)	終局耐力 比 (②/①)
	せん断耐力	終局耐力	せん断耐力	終局耐力		
S-N	61.7	80.4	58.8	73.2	0.95	0.91
D-A-1	63.2	70.6	58.1	70.6	0.92	1.00
D-A-2	65.2	68.0	50.0	70.3	0.77	1.03
D-A-3	56.4	66.3	49.5	64.0	0.88	0.97
D-A-2EX	56.2	71.3	52.2	67.6	0.93	0.95
D-B-1	61.3	65.1	51.0	60.3	0.83	0.93
D-B-2	54.4	56.8	48.0	50.7	0.88	0.89
D-B-3	54.9	58.9	44.6	48.3	0.81	0.82
D-B-2EX	59.8	68.6	48.5	53.2	0.81	0.78

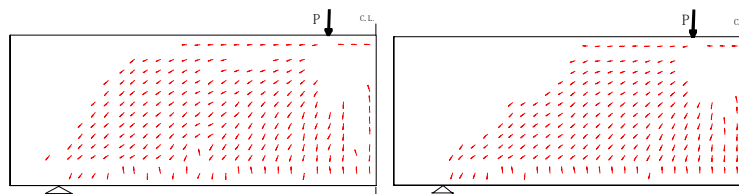
キーワード：コンクリート強度分布特性，RC はり部材，せん断耐荷性能，せん断破壊機構

連絡先：森川 英典 神戸大学工学部 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL：078-803-6027

また、図-3、図-4 に実験および解析で得られた各分布パターン別の終局後のひび割れ状況について示し、実験および解析のそれぞれの傾向について比較する。なお、ここで示したのはよりそれぞれのパターンによる傾向が顕著であった D-A-2 と D-B-2 である。図-3 中の破線はコンクリートを打重ねた位置であり、また、太く描かれたひび割れは最終的に終局に至った非回復性のひび割れである。この結果よりそれぞれのパターン別によって明確なひび割れ挙動の相違が見られ、分布パターンの A と B ではひび割れの位置や角度などの性状がそれぞれのパターンによって明確に違うことがわかった。そのことから強度分布特性は破壊機構に影響を及ぼすことがわかった。また、解析においても分布のパターン別による実験同様の傾向が見られ、有限要素解析によってもこれらの破壊機構を精度良く表現できていることが示された。



(a)パターン A (b)パターン B
図-3 実験ひび割れ図



(a)パターン A (b)パターン B
図-4 解析ひび割れ図

4.せん断耐力評価式の精度検証

表-3 に本研究で得られた各耐力と、二羽式²⁾によって算定されたせん断耐力評価式の比較を行う。なお、ここで比較を行うのはコンクリートの分担せん断耐力 V_c とした。また、本研究ではコンクリート強度の特性値として、高強度部と低強度部の強度をその分布領域の体積の割合に基づき、等価的な平均強度（以下、等価平均強度）を求め、それをもって耐力を算定した。なお、等価平均強度の概念について図-5 に示す。また、表中の V_{cy} および V_{cu} は実験におけるせん断耐力 V_y および終局耐力 V_u からトラス理論に基づく算定値 V_s を差し引いたものであり、 $V_{c(exp)}$ は、実験においてスラップがせん断力を分担し始めた時点の耐力とする。さらに $V_{c(cal)}$ は、上記の手法を用いて算定したせん断耐力の評価値である。

この結果から、等価平均強度を用いて耐力を算定することにより強度差の存在する部材に対しても二羽式である程度の精度を確保することができ、本検討においても十分に適用性に足ると考えられる。

5.まとめ

本稿では、同一部材内の強度分布特性がせん断耐荷性能および破壊機構に及ぼす影響について検討した。ここで得られた知見として、強度分布特性がひび割れ挙動をはじめとする破壊機構に影響を及ぼすことが明らかとなった。しかしながら、せん断耐力の評価を行う場合、等価平均強度の概念を用いることである程度適切な耐力算定が可能であるとの結果が得られた。

（参考文献）1) 森川英典，小林大輔ら：既存 RC 橋脚のコンクリート強度分布推定とせん断耐荷性能の評価，土木学会関西支部年次学術講演会，V-10-1，1999.5。

2) 二羽淳一郎，山田一字，横沢和夫，岡村甫：せん断補筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価，土木学会論文集，第 372 号/Ⅴ-5，1986.8

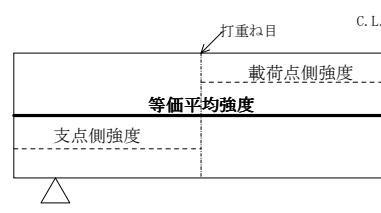


図-5 等価平均強度の概念

表-3 V_c の実験値および評価値の比較

供試体 名称	実験値		逆算値		実験値	二羽式	①/④	②/④	③/④
	V_y	V_u	V_{cy} ①	V_{cu} ②	$V_{c(exp)}$ ③	$V_{c(cal)}$ ④			
D-A-1	63.2	70.6	45.6	53.0	40.0	40.1	1.14	1.32	1.00
D-A-2	65.2	68.0	47.6	50.4	42.0	38.9	1.22	1.29	1.08
D-A-3	56.4	66.4	38.8	48.8	34.2	38.9	1.00	1.25	0.88
D-A-2EX	68.1	71.3	50.5	53.7	37.2	37.0	1.37	1.45	1.01
D-B-1	61.3	65.1	43.7	47.5	45.3	40.1	1.09	1.18	1.13
D-B-2	54.4	56.9	36.8	39.3	44.0	38.9	0.95	1.01	1.13
D-B-3	54.9	59.0	37.3	41.4	39.1	38.9	0.96	1.06	1.01
D-B-2EX	59.8	68.6	42.2	51.0	38.0	37.0	1.14	1.38	1.03
平均値							1.11	1.24	1.03
変動係数							0.098	0.107	0.054