

立命館大学理工学部 学生員○真邊紀衣 大学院理工学研究科 学生員 服部由貴子 学生員 日比野憲太
立命館大学理工学部 正会員 高木直章 正会員 児島孝之

1. はじめに

現行の土木学会『コンクリート標準示方書（設計編）』では、せん断補強鉄筋を用いない棒部材の設計せん断耐力式を軽量コンクリートに用いた場合には、一律 70%に低減することが規定されている。この規定は、新しく開発された高品質軽量骨材コンクリートの構造物への適用を阻害する要因となっている。このため、昨年度は軽量骨材コンクリート部材の曲げせん断試験を行い、脆度係数をパラメータとした低減式の提案を行った[1]。本研究は、著者達が提案している離散型ひび割れおよび付着モデルを軽量骨材コンクリートを用いた RC 梁の有限要素法解析に適用したものである。さらに、コンクリートの力学的特性が RC 梁のせん断耐力に与える影響に関して考察を行った。

表-1 各種コンクリートの力学的特性

配合名	実験要因		ρ (kN/m^3)	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	曲げ強度 (MPa)	弾性係数 (MPa)	脆度係数
	細骨材	粗骨材						
LL0.85	軽量 ($\rho=1.0, 1.2$)	軽量 ($\rho=0.85$)	12.1	26.5	1.14	1.89	12100	23.2
L0.85	川砂	軽量 ($\rho=0.85$)	16.4	22.7	1.32	2.34	16700	17.2
L1.2	川砂	軽量 ($\rho=1.2$)	17.6	26.7	1.36	3.39	21300	19.7
N	川砂	碎石	23.1	26.7	2.88	5.05	35500	9.3

2. 解析概要

試験体概要図を図-1 に示す。本解析では、普通骨材コンクリート(N)、1 種軽量骨材コンクリート(L1.2, L0.85) および 2 種軽量骨材コンクリート(LL0.85)を用いたせん断補強鉄筋を有しない RC 梁を対象とした。せん断スパン有効高さ比(a/d)は、文献[1]で最もコンクリートの力学的特性の差が顕著に表れた $a/d=3.6$ を選択した。載荷試験時の各種コンクリートの力学的特性を表-1 に示す。コンクリートの目標圧縮強度は普通強度を対象として 24N/mm^2 としている。

3. 解析モデル

解析モデルを図-2 に示す。コンクリートには 2 次のアイソパラメトリック四辺形要素、またひび割れの進展に伴い 2 次のアイソパラメトリック三角形要素を用いた。鉄筋には 2 次のアイソパラメトリック梁要素、鉄筋とコンクリート間の応力伝達を表現するために 2 次のアイソパラメトリック付着要素を用いた。ひび割れを挟むコンクリート間の応力伝達を表現するために 2 次のアイソパラメトリックひび割れ要素を用いた。梁の対称性を考慮して、左側 1/2 のみのモデルを使用した。境界条件として、支点を y 方向に固定し、中央部分を x 方向に固定した。軸方向鉄筋は、軸力および曲げの相関関係を考慮した梁要素を使用しているため、中央部分の節点の x 方向および回転角方向を固定した。

4. 結果および考察

表-2 に実験および解析結果を示す。脆度係数の逆数比とせん断引張および斜め引張破壊時の荷重比には、図-3 に示す相関関係があると考えられる[1]。実験結果から導いた式(1)に解析結果も近い相関性を示している

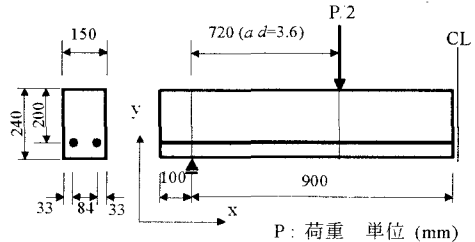


図-1 試験体概要図

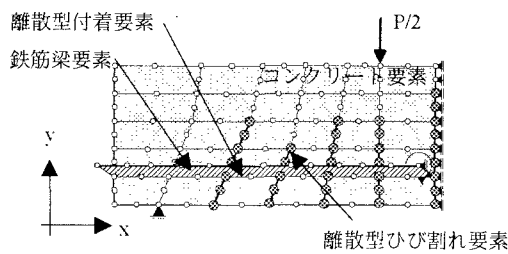


図-2 解析モデル

表-2 セン断試験結果と解析結果

供試体名称	斜めひび割れ発生荷重(kN)	せん断破壊荷重(kN)			P_{u1}/P_{u2}	P_{u3}/P_{u2}	破壊形状	
	実験値[P _{cr}]	実験値[P _{u1}]	計算値[P _{u2}]	解析値[P _{u3}]			実験結果	解析結果
LL0.85-3.6	37.8	37.8	66.9	32.7	0.57	0.49	斜め引張	斜め引張
L0.85-3.6	49.0	49.0	63.5	50.4	0.77	0.79	斜め引張	斜め引張
L1.2-3.6	48.5	48.5	67.1	69.5	0.72	1.04	斜め引張	斜め引張
N-3.6	68.6	71.1	67.0	71.2	1.02	1.06	斜め引張	斜め引張

ことから、コンクリートの力学的特性が適切に解析結果に反映していることが確認できる。

本解析に用いた離散型ひび割れおよび付着モデルには、各々の耐荷機構を要因ごとに検討を行った特性を導入している。そこで、各荷重レベルでの分担せん断力の算出を行った。各シリーズの分担せん断力-変位関係を図-4に示す。

曲げひび割れの発生および進展領域は各シリーズで異なるものの、 V_{cd} によりせん断力が負担されている。この領域では主に曲げひび割れのみが進展し、部材変形に占めるせん断変形の影響が小さいために、 V_{ay} および V_d は確認できない。曲げひび割れ進展領域を越えると徐々に曲げせん断ひび割れがモデル上面に進展し、その進展に伴い V_{cd} が減少し V_{ay} が増加していく。そして、 V_{ay} および V_d によるせん断耐荷力が顕著となり、最大耐力に到達する。

各シリーズを比較すると、NおよびLL0.85では V_{cd} のみが占める変形領域が大きい。ただし、LL0.85は応力を算出したせん断破壊面での急激なひび割れの進展による破壊であるため V_{cd} を大きく見積も

っていると考えられる。L1.2およびL0.85では早い段階でせん断変形が生じ V_{ay} が発生している。しかし、それ以降の V_{ay} および V_d が増加する領域では、Nに比べL1.2、L0.85、LL0.85の順番で V_{ay} を小さく見積もり、コンクリートの力学的特性が適切に解析結果に反映していることが確認できる。

5. 結論

- (1) 本離散型ひび割れおよび付着モデルをRC部材の有限要素法解析に適用することにより、コンクリートの力学的特性が適切に解析結果に反映していることが確認できた。
- (2) 各離散型モデルの負担せん断力を算出することにより、コンクリートの力学的特性の影響、および各荷重レベルでの分担せん断力の把握が可能となった。

参考文献: [1] 前田拓郎、日比野健太、高木宣章、児島孝之: 高品質軽量骨材を用いたRCはりのせん断特性、コンクリート工学年次論文集、Vol.23, No.3, pp.913-918, 2001.7

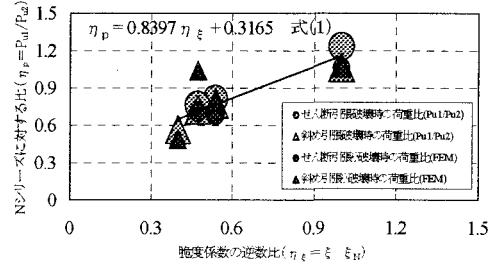


図-3 $\eta_p - \eta_\epsilon$ の関係

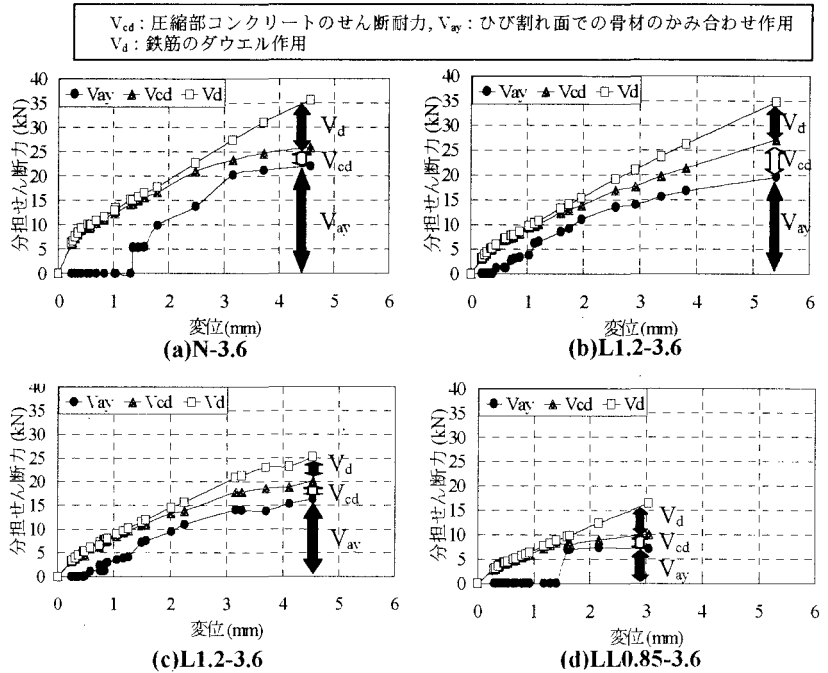


図-4 分担せん断力-変位関係 (a/d=3.6)