

RC梁のせん断強度に及ぼす粗骨材の影響に関する実験的研究

住友建設 正会員 松元香保里

住友建設 正会員 藤 田 学

1. はじめに

せん断補強筋のない鉄筋コンクリート梁部材（以下、RC梁）では、鉛直荷重によるせん断力は、主にコンクリート圧縮部、骨材のかみ合いによるせん断伝達力の鉛直方向成分、および軸方向鉄筋のダウエル作用により分担されるといわれる¹⁾。著者らは、これまでに圧縮強度、有効高さ、せん断スパンをパラメータとしたRC梁のせん断破壊試験を行ない、100kN/mm²程度の超高強度コンクリートにおける斜めひび割れ発生時の公称せん断応力度（以下、せん断強度）は、示方書式に準拠した計算値に比べて小さいことを確認している²⁾。この原因の一つとして、モルタルマトリックス強度に対して粗骨材強度が相対的に低下し、粗骨材に割れなどの破壊が生じることによる骨材のかみ合せ効果の低減が考えられる。一方、高流動コンクリートはその特徴である自己充填性を保つため、同程度の強度を有するコンクリートに比べて細骨材率の高い、即ち粗骨材量の少ない配合となること、紛体量が多いため、圧縮強度は高くなる傾向にあることが一般的である。また、二羽らは、コンクリート中の紛体量の増加および粗骨材量の低下によって、破壊エネルギーが低下することを報告している³⁾。これらより、高流動コンクリートのせん断強度は、同程度の強度を有するコンクリートに比べて低下することが予見された。そこで、コンクリートの配合および有効高さをパラメータとしたせん断破壊試験を行ない、せん断強度およびその寸法効果に及ぼす粗骨材の影響を実験的に検討した。

2. 試験方法および結果

本試験では配合強度は60N/mm²に設定した。配合の種類は、高強度コンクリートに対応する配合1と高流動コンクリートに対応する配合2-1、さらに配合2-1を基本配合とし、粗骨材量を基本配合の50%および0%とした配

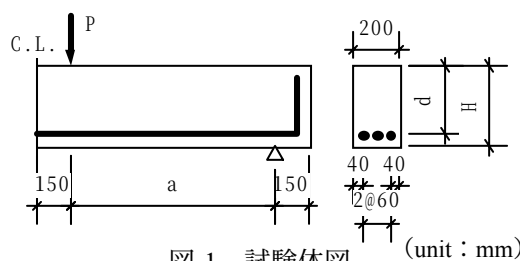


図-1 試験体図

(unit : mm)

表-1 示方配合

配合名	W/C	s/a	G/a	単位量 (kg/m ³)				
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 SP
1	31.0	42.9	57.1	156	505	721	960	6.06
2 - 1	31.0	50.9	49.1	175	563	804	777	6.19
2 - 2	31.0	71.7	28.3	213	688	982	388	6.88
2 - 3	31.0	100.0	0.0	252	812	1160	0	8.12

表-2 試験体寸法・コンクリート強度・せん断試験結果

試験ケース		全長 L	高さ H	幅 b	せん断スパン a	有効高さ d	引張鋼材比 P _w	圧縮強度 f _c '	引張強度 f _t	せん断強度 τ _u		
										斜めひび割れ時	補正值 $\times \sqrt{\frac{f_{cl}' \cdot P_{w300}}{f_c' \cdot P_w}}$	示方書式
		mm	mm	mm	mm	mm	%	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
配合 1	U-30-3	2400	350	200	900	300	3.21	62.9	3.82	2.25	2.25	1.59
	U-45-3	3300	500	200	1350	450	2.14	62.9	3.82	1.52	1.74	1.25
配合 2 - 1	H100-30-3	2400	350	200	900	300	3.21	67.7	3.92	2.05	2.00	1.62
	H100-45-3	3300	500	200	1350	450	2.14	67.7	3.92	1.32	1.47	1.28
配合 2 - 2	H50-30-3	2400	350	200	900	300	3.21	74.3	4.02	1.97	1.86	1.68
	H50-45-3	3300	500	200	1350	450	2.14	74.3	4.02	1.37	1.48	1.32
配合 2 - 3	H0-30-3	2400	350	200	900	300	3.21	77.1	3.73	1.64	1.53	1.70
	H0-45-3	3300	500	200	1350	450	2.14	77.1	3.73	1.04	1.12	1.34

注1) 示方書式⁴⁾: $\tau_u = 0.20 \times \sqrt{f_c'} \times \sqrt{1000/d} \times \sqrt{P_w}$ 注2) f_{cl}' : 配合1の圧縮強度 注3) P_{w300} : 有効高さ300mmの引張鋼材比

せん断強度、高流動コンクリート、高強度コンクリート、寸法効果

〒329-0432 栃木県河内郡南河内町仁良川 1726 (TEL 0285-48-2611 FAX 0285-48-2655)

合 2-2 および 2-3 の 4 配合とした。粗骨材の最大寸法は一定 (20mm) としたが、粗骨材を含まない配合 2-3 の最大骨材寸法は 5mm である。示方配合を表-1 に示す。試験ケースは、各配合で有効高さ d を 300mm と 450mm に変化させた計 8 ケースとした。せん断スパン比 a/d は 3、曲げスパンは 300mm で一定である。引張鉄筋には SD345 を用い、鉄筋端部は拔出しを防止するために直角フックを設けて定着した。試験体図を図-1 に、試験体寸法、試験時のコンクリート強度を表-2 に示す。なお、載荷試験は各ケースとも材令約 50 日で実施した。

試験結果を表-2 に示す。表中の補正值は、配合間の圧縮強度のばらつきおよび試験体の引張鋼材比の違いを補正するため、配合 1 の圧縮強度および有効高さ $d=300\text{mm}$ の引張鋼材比を基準とし、示方書式に基づいた補正係数を斜めひび割れ時のせん断強度に乘じて算出している。破壊形式は、H50-30-3 はせん断圧縮破壊であり、その他の試験体は斜め引張破壊であった。破壊時に引張鉄筋は降伏ひずみに達しておらず、粗骨材に割れなどの破壊はほとんど認められなかった。

3. 考察

補正せん断強度と粗骨材率の関係を図-2 に示す。粗骨材量の減少に伴いせん断強度が低下している。これは、骨材のかみ合せ効果がせん断強度に寄与していることを表している。粗骨材量の少ない高流動コンクリートのせん断強度は、示方書式より得られる値 (表-2 参照) に対しては安全側にあるものの、同強度の高強度コンクリートに比べ小さくなる可能性があることが分かった。

補正せん断強度と有効高さの関係を図-3 に示す。図中の点線は有効高さ d の $-1/4$ 乗に比例し、即ち示方書式の寸法効果則を表している。高強度コンクリート (配合 1) および高流動コンクリート (配合 2-1) の両者の寸法効果は定性的に類似しており、示方書式の寸法効果則よりも寸法効果が大きく現れる結果となった。また、この 2 配合間程度の粗骨材量の変動では、寸法効果に差は認められなかった。一方、粗骨材量の極端に少ない配合 2-2 および 2-3 は、他の 2 配合に比べ寸法効果が幾分緩和される傾向にあった。本試験は、有効高さに関するパラメータが少なく、また試験体寸法も小さいケースであるが、高流動コンクリートのせん断強度に関する寸法効果は、高強度コンクリートと同じく、普通コンクリートに比べ大きく現れる可能性が示される結果となった。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 粗骨材量の減少に伴いせん断強度は低下し、高流動コンクリートのせん断強度は、同程度の圧縮強度を有する高強度コンクリートよりも小さくなる可能性があることが分かった。
- (2) 粗骨材量が十分に少ない範囲では、寸法効果が幾分緩和される傾向にあった。
- (3) 本試験の範囲内では、高流動コンクリートおよび高強度コンクリートのせん断強度に関する寸法効果は、普通コンクリートに比べて大きく現れた。

上記 (2) より、粗骨材の割れを伴うせん断破壊では、骨材のかみ合せ効果など粗骨材の影響が低減し、寸法効果が小さくなることが予想される。今後、解析的なアプローチも含めて、せん断強度の寸法効果についてさらに検討を加える予定である。

【参考文献】

- 1) 吉川：鉄筋コンクリートの解析と設計、丸善、pp.129-130、(1995)
- 2) 藤田他：鉄筋コンクリートはり部材のせん断耐力におけるコンクリート強度の影響、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.22、No.3、pp.955-960 (2000)
- 3) 二羽ら：高強度コンクリートおよび自己充填コンクリートの破壊力学特性、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.19、No.2、pp.117-122 (1997)
- 4) 土木学会：平成 8 年度制定コンクリート標準示方書[設計編]

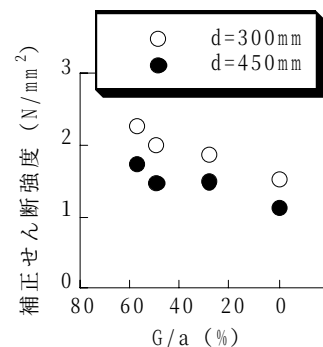


図-2 せん断強度に及ぼす粗骨材量の影響

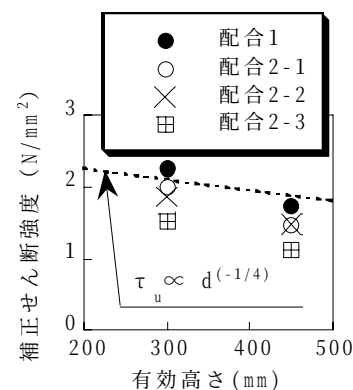


図-3 寸法効果