

V-341

高強度コンクリート・高強度鉄筋を用いたRCはりのせん断実験

(株)大林組技術研究所 正会員 ○大内 一 東京瓦斯(株) 正会員 高橋行茂  
 (株)大林組貯蔵地下タックP.T. 谷口 勝 (株)大林組貯蔵地下タックP.T. 山下博文

1. はじめに

近年高強度コンクリート高強度鉄筋の建設材料への適用の機運が高まっている。しかしながら現行RC示方書<sup>1)</sup>では、400kgf/cm<sup>2</sup>を超える高強度コンクリートの適用については特に規定がない。本研究は高強度コンクリート( $f_{ck}'=600\text{kgf/cm}^2$ )高強度鉄筋(SD50)を用いた鉄筋コンクリート梁部材でのせん断破壊実験を行い、示方書せん断強度算定式の高強度部材への適用性を検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体 せん断試験体寸法配筋を図-1に試験体一覧を表-1に示す。試験パラメータはコンクリート設計基準強度( $f_{ck}'=300, 600\text{kgf/cm}^2$ )、鉄筋強度(SD35, SD50)及びせん断補強筋量( $p_w=0.13\%, 0.21\%$ )である。コンクリートの配合を表-2に示す。十分な曲げ耐力を持たせる為引張主筋量は $p_t=4.05\%$ (10-D35, 2段束ね筋)とした。また加力方法や計測項目は文献<sup>2)</sup>と同様である。

2.2 高強度コンクリートの材料特性 コンクリート圧縮試験、割裂試験は、養生条件(標準、現場水中)、材令(7, 28, 91日)、バッチをパラメータに行なった。図-2に圧縮試験で得られた圧縮強度と弾性係数の関係を示す。普通強度コンクリートの弾性係数は示方書提案式にはほぼ一致する。高強度については規定範囲にはないが、提案式から外挿すると実験値が若干大きくなる。図-3に圧縮強度と割裂引張強度との関係を示す。普通、高強度とも示方書提案式に一致している。

3. 実験結果

図-4に最終ひび割れ状況を示すが、高強度と普通強度コンクリート試験体で破壊性状に大きな差は観られなかった。最終破壊は全試験体ともせん断圧縮破壊である。図中に示したFEM解析でも同部が圧壊した。なお解析は構成則サブルーチンを組み込んだFEM非線形解析プログラム"ABAQUS"<sup>3)</sup>を用いた。ひび割れ面でのせん断伝達( $\beta = G_c / G_o = 0.125$ )とひび割れたコンクリートの圧縮強度の低減( $f_{cs} = \alpha f_c'$ , 普通コンクリート:  $\alpha = 0.75$ , 高強度コンクリート:  $\alpha = 0.65$ )を考慮した。表-3に諸荷重一覧を示す。曲げひび割れ荷重に関し解析値はかなり高めとなる。解析では弾性時

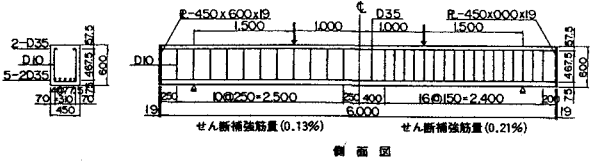


図-1 供試体寸法配筋

表-1 せん断試験体一覧

試験体名	コンクリート		主筋			せん断補強筋	
	設計基準強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	セメントの種類	径・量	品質	鉄筋比 P <sub>t</sub> (%)	径・量	鉄筋比 P <sub>w</sub> (%)
SN-35-300-405-13	300	NP	10D35	SD35	4.05	D10 @250	SD35 0.13
SN-35-600-405-13	600	LSC	10D35	SD35	4.05	D10 @250	SD35 0.13
SN-35-600-405-21	600	LSC	10D35	SD35	4.05	D10 @150	SD35 0.21
SN-50-600-405-13	600	LSC	10D35	SD50	4.05	D10 @250	SD50 0.13

NP:普通ポルトランドセメント LSC:低熱スラグセメント

表-2 配合表

試験体名	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				減水剤 C-%
			水 W	セメント C	粗砂 S	細砂 G	
SN-35-600-405-13 SN-35-600-405-21	32.0	37.1	170	531	357	1037	2.0
SN-50-600-405-13	32.0	37.1	170	531	357	1037	1.8
SN-35-300-46-21	63.8	44.5	161	299	494	1056	0.35

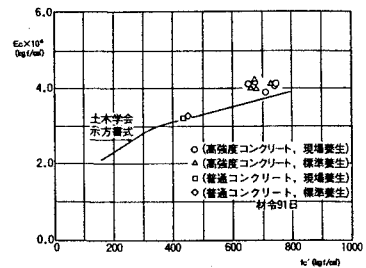


図-2 圧縮強度-弾性係数関係

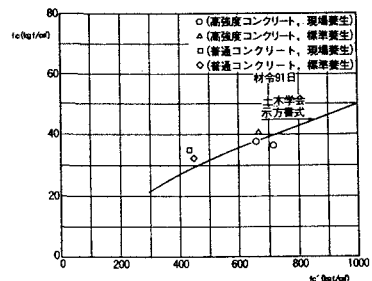


図-3 圧縮強度-割裂引張強度関係

でも多量の主筋の引張力負担が大きいくと、用いる要素の精度に依存すると思われる。曲げせん断ひび割れ荷重は解析と実験値で比較的良好一致をみた。最大荷重については実験値は示方書に規定されるせん断耐力（計算値）を上回っており、その比は約 1.3 である。解析との比較ではほぼ一致した値を得た。図-5 に全試験体の荷重-変位関係を示す。曲げひび割れ、せん断ひび割れに相当する部分で若干の折れ曲がりが見られる。図中には SN-35-600-405-21 試験体の解析結果を示すが、せん断ひび割れ発生後も変形は急増する様子はなく、破壊までほぼ一様な勾配で推移する。解析では分布ひび割れモデルを用いていることが一つの要因と考えられる。

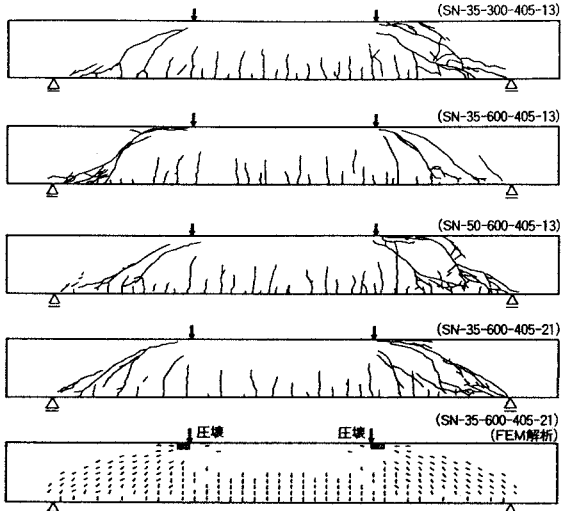


図-4 最終ひび割れ状況（せん断破壊試験）

表-3 諸荷重一覧（せん断破壊試験）

試験体名	曲げひび割れ荷重 (tonf)			曲げせん断ひび割れ荷重(tonf)			最大荷重 (tonf)			最大変位 $\delta_{max}$ (mm)
	実験値	計算値 (実/計)	FEM 解析値 (実/解)	実験値	FEM 解析値 (実/解)	実験値	計算値 (実/計)	FEM 解析値 (実/解)		
SN-35-300-405-13	9.0	10.8 (0.83)	28.0 (0.32)	54.2	42.0 (1.29)	106.0	74.6 (1.42)	112.0 (0.95)	14.6	
SN-35-600-405-13	18.0	16.2 (1.11)	32.0 (0.56)	44.3	48.0 (0.92)	96.0	85.1 (1.13)	140.0 (0.69)	14.2	
SN-35-600-405-21	15.9	15.0 (1.06)	32.0 (0.50)	50.8	48.0 (1.06)	130.0	96.2 (1.35)	132.0 (0.98)	18.7	
SN-50-600-405-13	15.8	15.4 (1.03)	32.0 (0.49)	52.0	48.0 (1.08)	116.4	88.8 (1.31)	136.0 (0.86)	16.4	

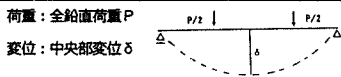
4. 結び

せん断耐力に関し実験値は計算値を 2~3 割上回っており、示方書によるせん断強度式を用いておれば安全側の設計を施すことが出来る。

謝辞：本研究は曲げ実験<sup>2)</sup>と併せ東京瓦斯（株）、鹿島建設（株）、清水建設（株）、

（株）大林組4社の共同研究として実施されたものの内、常温部材実験に関する報告である。この共同研究については東京大学工学部岡村甫教授の御指導を頂いた。関係各位に深謝の意を表すものである。

- 1) 土木学会：昭和61年制定コンクリート標準示方書設計編
- 2) 谷口等：高強度コンクリート・高強度鉄筋を用いたRCはりの曲げ実験
- 3) TED and HKS: ABAQUS User's Manual (Version 4.6), Takeda Eng. Dev. Inc., Hibbit, Karlsson & Sorencen, Inc., 1987



	コンクリート $f_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	せん断鉄筋 $f_{sv}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	せん断鉄筋 (D10) $f_{su}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
SN-35-300-405-13	448	3,620	5,370
SN-35-600-405-13	743	3,620	5,370
SN-35-600-405-21	675	3,620	5,370
SN-50-600-405-13	694	4,970	6,530

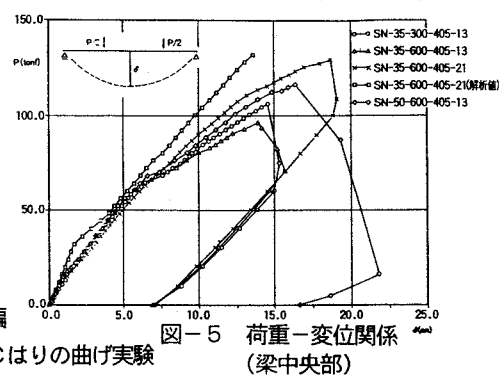


図-5 荷重-変位関係（梁中央部）