

I-55

減圧サイロに関する構造実験

戸田建設株式会社 正会員 橋田辰治

1. まえがき

減圧サイロシステムは椿本チェーン株式会社2社の共同開発によるが、その概要はサイロ内を殆ど真空とし消毒ガスを含んだ加圧空気をその中に吹込み、消毒効果を高めると共に出口付近のブリッジ現象の破壊、サイロ内のクリーニング、温度制御が容易になる等の特長をもっている。

このシステムに対応できるサイロを、減圧サイロとよび、サイロ筒体は高気密性、内圧及び外圧に耐えられる剛性を要求されるが、従来の鉄筋コンクリート造（以下RC）構造体は、気密性は余り期待できないので、RC構造体の内側にライナー鉄板を設け、かつそれをジョイント筋で構造体と一体化し合成構造体で扱うこととした。

本報告は減圧時におけるライナー鉄板とジョイント筋の挙動を把握する為に、実施した以下の実験について述べたものである。

2. 引張実験

ライナー鉄板をRC構造体の内側に設けた場合内容物を入れると、その圧力は鉄板を介してRC構造体へ応力伝達されるが減圧時においては、鉄板に負の圧力が生じRC構造体との間に空隙が生じて、ジョイント筋が引張力を受ける。本実験はその挙動を調べることを目的とする。

加力はT型鉄板にジョイント筋を溶接し、PC鋼棒を介しセンターホールジャッキで引張ることとした。

2. 1 実験結果

実験結果一覧を表-1に、荷重-変形曲線を図-1に示すが、T09試験体は鉄筋折曲げ部の破断によって最大応力となり、コンクリート表面にひび割れは発生しなかった。T13試験体はコンクリートコーン破壊によって最大耐力となった。コーン破壊面角度は全体で約60度、ジョイント筋近傍で約45度（図-2）となった。T16試験体はジョイント筋折曲げ部の破断によって最大耐力となった。

表-1 実験結果一覧

試験体	ジョイント筋径	コンクリート強度 f_c (kg/cm ²)	最大耐力時 P_u (t)	最大変位 δ (mm)	備 考
T09-1	9φ	264	5.45	6.11	鉄筋破断
T09-2	9φ	279	5.50	4.22	同上
T13-1	13φ	226	6.48	1.31	コンクリートコーン破壊
T16-1	16φ	267	17.75	4.78	鉄筋破断

図-1 荷重-変形曲線

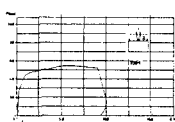
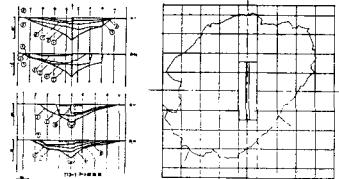


図-2 コーン破壊図



2. 2 実験結果の検討

耐力の検討は実験における破壊型を考慮し、付着、鉄筋、コーン破壊耐力の3種類について行なう。

○付着耐力の検討

直線部付着による応力伝達を全体の2/3、フックによる応力伝達を1/3 とすると丸棒の上ば筋として短期付着許容応力度 f_a (kg/cm²) は

$$f_a = 6/100 \cdot F_c \quad \text{かつ} \quad 13.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ 以下}$$

以後の検討で上限値の 13.5 kg/cm^2 を無視し、次式で表わす

$$P_a = 2 \cdot f_a \cdot \phi \cdot L \cdot 3/2$$

○鉄筋強度による検討

強度として鉄筋降伏強度 σ_y を使用すると、次式となる。

$$P_b = 2 \cdot a_t \cdot \sigma_y$$

○コーン破壊の検討

コーンの破壊角度は図-2に示す様に45度～60度である。

破壊耐力は破壊面の水平投影面積で検討でき、投影面角度を θ とすると水平投影面積 A は

$$A = \pi H^2 \tan^2 \theta + 2HL \tan \theta$$

で表わせ、破壊耐力 P_c はコンクリートの引張強度 σ_t とし次式で表わされる。

$$P_c = A \cdot \sigma_t$$

表-2 鉄筋材料試験結果

鋼材	降伏強度 σ_y (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	伸び (%)	ヤング係数 (t/cm ²)	断面積 a_t (cm ²)
9φ	3,296	4,722	25.1	1,696	0.636
13φ	3,354	4,705	23.2	1,990	1.327
16φ	3,806	5,856	21.1	1,972	2.011

耐力検討結果を表-3に示すが最大耐力は各試験体の破壊型の検討と良く一致し、実験値/試験値は1.14~1.30となり、コーン破壊面角度として、45度が良い結果を示した。

表-3 耐力検討結果一覧

試験体	実験値 P _o (t)	付着計算値		鉄筋計算値		コーン破壊計算値				備 考
						θ = 45°		θ = 60°		
						P _{c1} (t)	P _o /P _{c1}	P _{c2} (t)	P _o /P _{c2}	
T09-1	5.45	1.11	4.91	4.22	1.29	10.8	0.50	29.0	0.19	鉄筋破断
T09-2	5.50	1.18	4.66	4.22	1.30	9.7	0.57	25.9	0.21	鉄筋破断
T13-1	6.50	1.22	5.32	3.92	0.72	5.7	1.14	17.2	0.38	コンクリート コーン破壊
T16-1	17.75	3.07	5.78	5.30	1.16	20.2	0.88	58.6	0.30	鉄筋破断

3. セン断試験

RC構造体とライナー鉄板を合成構造として扱う時、合成部材にせん断力を生ずるとRC部と鉄板間のジョイント筋にせん断力が発生するが、ジョイント筋のせん断力に対する挙動を把握することを目的とする。

試験体はRC構造体に相当する中央RC部と、ライナー鉄板に相当する両側鉄板から成り、せん断加力時における鉄板厚の影響を含め、実験することとした。

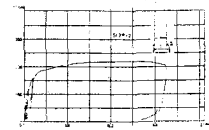
3.1 実験結果及び検討

実験結果一覧を表-4に、荷重-変形曲線を図-3に示すが、各試験体共、順調に荷重が増加し最大耐力となり、鉄板のそりが発生し、最大耐力時における鉄板とコンクリートのすき間は、試験体下部で10~17mmとなった。

表-4 実験結果一覧

試験体	コンクリート強度 F_c	ジョイント筋径	最大耐力時		備 考
			Q_u (k)	δ (mm)	
S09P-1	249	2-9φ	6.0	5.91	鉄筋破断
S13P-1	240	2-13φ	12.8	8.35	コンクリート局部破壊
S13P-2	225	2-13φ	11.0	12.35	*
S16P-1	275	2-16φ	18.6	5.05	*
S16T-1	229	2-16φ	24.7	5.39	コンクリートせん断破壊

図-3 荷重-変形曲線



コンクリートと鉄板間のせん断力伝達に関する研究として、Fisher等の研究がありその実験式は

$$Q_u = 0.5n \cdot a_s \cdot \sqrt{E_c \cdot F_c}$$

n : スタッド本数

a_s : スタッド断面積

E_c : コンクリートヤング係数

F_c : コンクリート圧縮強度

以下の耐力の検討ではスタッド実験式を使用するが、S16T-1試験体の様にジョイント筋溶接部とせん断力が直行する時、溶接部のコッター効果は、Haukinsの研究による偏心荷重状態の支圧強度により検討する。

$$Q_u = l \cdot d \cdot \alpha \cdot F_c$$

l : 溶接長さ

d : ジョイント筋径

F_c : コンクリート圧縮強度 α : 支圧係数 偏心時 $\alpha = 1$

検討結果を表-5に示すが、実験値/計算値は、

1.08~1.21となり、良い結果を示す。

表-5 検討結果一覧

試験体	コンクリート強度 F_c (kg/cm ²)	実験値 Q_u (k)	実験値/計算値 Q_u/Q_c	備 考
S09P-1	249	6.0	1.18	ジョイント筋破断
S13P-1	240	12.8	1.21	
S13P-2	225	11.0	1.10	
S16P-1	275	18.6	1.08	
S16T-1	229	24.7	1.12	コンクリートせん断破壊