

一般に、プレキャスト構造物やC-C合成桁などの接合面を通して伝達されるせん断力は、接合面に作用する垂直力にコンクリートの摩擦係数を乗することによって計算される。また、先行ひび割れを有するRC構造物などのせん断耐力については、ひび割れと直交する鉄筋の降伏荷重をひび割れ面に作用する垂直力として、これに摩擦係数を掛け合わせる、いわゆるせん断摩擦理論がBirklandやMast等によって詳細に報告され、またACI(38-71)の11章15節-せん断摩擦の項に取り入れられている。同規準では摩擦係数を一体打ちのコンクリートについては1.4、打ち継ぎコンクリートでは1.0、コンクリートと鋼では0.7としているが、これらの値は最大せん断力に対して与えられるものであり、接合面のすべりには言及していない。実際には、水平目地にせん断力を受け合成桁や、垂直目地にねじりせん断力を受ける曲線桁などの予定変形構造物に荷重が作用した場合、接合面のすべりによって応力の再配分などが生じることになる。これらの応力を求める場合あるいは摩擦力によって接合する型式の金属ジョイントなどを用いた構造物の変形を求める場合等には、せん断応力-すべりの関係を明らかにする必要が生じる。本実験では、その第一段階として、空目地C-C接合面に作用する垂直応力とせん断応力-すべりの関係を測定し、せん断応力-すべり性状について検討を行った。

2. 実験概要 セン断試験には、図-1に示す2面セン断試験方法を用いた。供試体には10×10cm断面の角柱を用い、両側ブロックを打設後2日目に脱型し、同ブロックを両側面の型枠として中央ブロックを打設した。中央ブロック打設後2日目に脱型を行ない、それぞれのブロックを分離して、両側ブロックの枝令27日まで水中養生を行った。養生後1日供試体を空气中に放置し、両側ブロックの枝令

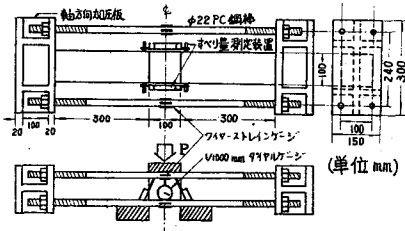


図-1 セン断試験方法

表-1 せん断試験結果

28 日で試験を行なった。せん断面に直交する応力は図-1 に示す 4 本の PC 鋼棒によって導入され、その応力は鋼棒に貼付されたワイヤーストレインゲージによって各荷重段階ごとに測定されている。せん断面に垂直な応力は圧縮強度の 20%, 40%, 60%, 70% の 4 種類とし、同一供試体、同一垂直応力で 3 回繰返し載荷を行なって、せん断すべり面の破損の影響を調べた。このとき、すべり量は、図-1 に示すように供試体中央部両面にそれぞれ 1 個ずつ取り付けられた 1/1000mm 目盛のダイヤルゲージにより、中央ブロックと両側ブロックとの相対変位として測定されている。使用コンクリートには普通骨材および軽量骨材を用い、使用骨材の違いによるせん断挙動への影響を調べた。

3. 実験結果および考察 せん断試験に用いたコンクリートの強度および実験より得られた摩擦係数 μ の値を表-1 にまとめて示す。ただし、 $\mu = \tau / \sigma_x$ 、 $\tau = P / 2 \times A_c$ 、 P : 荷重、 A_c : 供試体断面積、 σ_x : 垂直応力

(1) 荷重-すべり曲線 ひび割れに平行なコンクリートのせん断力-すべりの関係は、一体コンクリート

N 組 材 質 の 種 別 (%C)	平均 値	普通コンクリート			経費コンクリート			圧縮強度		引張強度	
		平均 値	最大 値	最小 値	平均 値	最大 値	最小 値	普通 経費	普通 経費	普通 経費	普通 経費
20	1	0.16	0.75	0.41							
	2	0.55	0.76	0.34	0.48	0.75	0.29	259	223	25	—
	3	0.49	0.80	0.35							
	1	0.45	0.79	0.36							
	2	0.55	0.81	0.30	0.60	0.72	0.29	259	234	25	24
	3	0.59	0.76	0.34							
	1	0.65	0.83	0.41	0.36	0.77	0.32	281	234	24	24
	2	0.41	0.79	0.45							
	平均	0.48	0.76	0.37	0.48	0.75	0.30				
	1	0.42	0.77	0.75							
40	2	0.20	0.75	0.73	0.63	0.75	0.25	62	259	223	25
	3	0.12	0.72	0.72							
	1	0.65	0.76	0.79							
	2	0.64	0.84	0.83	0.49	0.71	0.63	281	223	24	—
	3	0.14	0.80	0.84							
	1	0.72	0.89	0.88							
	2	0.70	0.89	0.87	0.48	0.73	0.63	285	234	28	24
	3	0.45	0.81	0.80							
	平均	0.43	0.79	0.81	0.53	0.73	0.62				
	1	0.36	0.68	0.92	0.54	0.75	0.92	259	223	25	—
60	2	0.50	0.67	0.96							
	1	0.43	0.77	0.17	0.34	0.75	0.93	281	223	24	—
	2	0.41	0.78	0.16							
	1	0.56	0.78	0.17	0.48	0.71	0.87	281	234	24	24
	2	0.41	0.77	0.23							
	平均	0.40	0.74	0.10	0.45	0.74	0.91				
	1	0.52	0.78	0.96	0.47	0.75	0.90	281	223	24	—
	2	0.54	0.75	0.28	0.35	0.73	0.91	281	223	24	—
	3	0.33	0.83	0.44	0.39	0.68	0.92	285	234	28	24
	平均	0.53	0.77	0.96	0.50	0.72	0.91				

のそれと異なり、低いせん断力によってもすべりを生じることかPush off 試験の結果として報告されている。本実験では特に、すべり性状に注目して実験を行なった。図-2、3にそれぞれ、普通および軽量コンクリートを用いた場合の荷重-すべり曲線を示す。ここで、ある荷重段階から除荷を行ない、再び載荷した場合、先行荷重段階までのすべり量は極めて小さく、かつ、先行荷重以上の段階でのすべり量は、単一漸増荷重-すべり曲線に従うことが注目される。この性質は、使用骨材の種類にかかわらず全ての結果に共通して見られる。(2) 垂直応力と最大せん断応力(摩擦係数)

Gastonや後藤らの報告では垂直応力と最大せん断応力の関係として、圧縮強度に対する垂直応力段階が30%程度以下の範囲で $\tau = 3.0 + 0.78\sigma_v$ 、および摩擦係数値0.83を得ている^{1), 5)}。本実験では、垂直応力段階70%までの結果を得た。ここで垂直応力は、最大荷重点でのせん断面の摩擦のため初期応力より5%程度減少している。それら最終の値を用いて算定した値を図-4に示す。同結果から摩擦係数は普通コンクリートで0.77、軽量コンクリートでは0.73となった。これらの値はGastonの提案した関係式での μ の係数と一致する。しかし、本実験ではせん断面に純付着力が全く存在しないため、 μ の係数は0となっている。予備実験で行なった垂直応力段階80%の供試体については、実験途中でひび割れが生じ破壊に致した。これは、3ブロックの圧縮耐力が $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体のそれより(10~20%)低いことと、応力を導入してからの時間が長い為、材料の遅延変形などの影響を受けたものと考えられる。

これら供試体の耐力から見ると、垂直応力70%は供試体耐力の90%以上に相当することになる。

(3) せん断力-すべり曲線 図-5、6は、図-2、3の関係を、せん断力/最大せん断力-すべり関係に直したものである。これらの結果から、各垂直応力段階でのせん断力-すべり関係は、ほぼ同様の性状を示し、すべり量0.1mmを与えせん断力は、最大せん断力の60~70%であることがわかる。

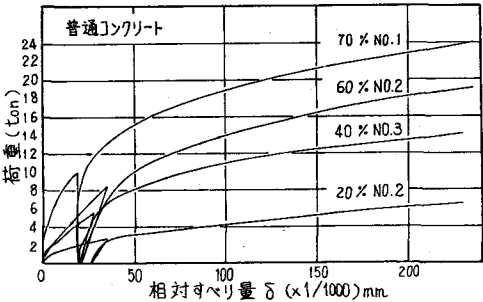


図-2 普通コンクリート 荷重-すべり曲線

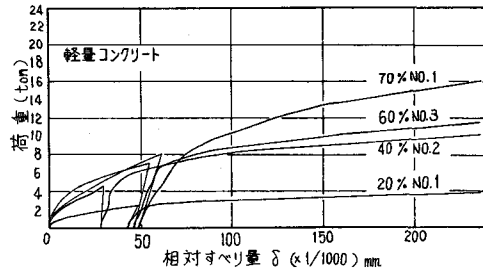


図-3 軽量コンクリート 荷重-すべり曲線

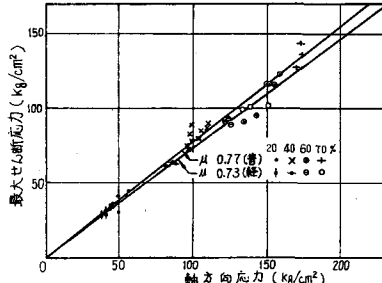


図-4 垂直応力-せん断応力の関係

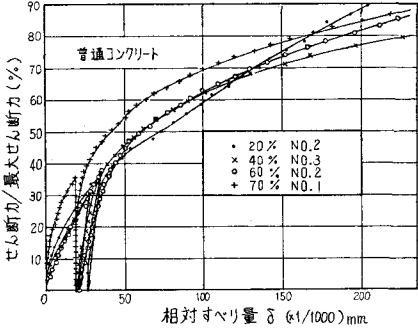


図-5 普通コンクリート τ/τ_{max} -すべり曲線

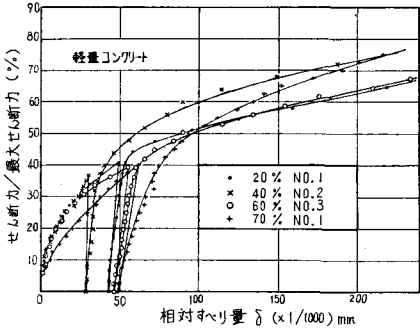


図-6 軽量コンクリート τ/τ_{max} -すべり曲線

参考文献

1. Gaston, J.R., and Kriz, L.B., "Connections in Precast Concrete Structures-Scarf Joints," Jour. Prestressed Concrete Institute, V.9, No.3, June 1964.
2. Birkeland, P.W., and Birkeland, H.W., "Connections in Precast Concrete Construction," ACI Jour. Proc. V.63, No.3, Mar. 1966.
3. Mast, R.F., "Auxiliary Reinforcement in Concrete Connections," Proc. ASCE V.94, ST, June 1968.
4. Hofbeck, J.A., and Ibrahim, I.O., and Mattock, A.H., "Shear Transfer in Reinforced concrete," ACI Jour. Feb. 1969.
5. 後藤 祐司, 長瀬 重典, "コンクリート部材のせん断耐力に関する基礎的研究," 土木学会論文集 第254号, 1976年10月.
6. Macgregor, J.G., and Hawkins, N.M., "Suggested Revisions to ACI Building Code Clauses Dealing with Shear Friction and Shear in Deep Beams and Corbels," ACI Jour. Nov. 1977.