(6)鋼繊維補強軽量2種コンクリートを用いた孔あき鋼板ジベルのせん断耐力

崔　智宣[1]・山口　浩平[2]・日野　伸一[3]

[1]正会員　九州大学大学院　工学府都市環境システム工学専攻（〒819-0395 福岡市西区元岡744）
E-mail:cjs@doc.kyushu-u.ac.jp

[2]正会員　九州大学大学院助教　工学研究院　建設デザイン部門（〒819-0395 福岡市西区元岡744）
E-mail:kohei@doc.kyushu-u.ac.jp

[3]正会員　九州大学大学院教授　工学研究院　建設デザイン部門（〒819-0395 福岡市西区元岡744）
E-mail:hino@doc.kyushu-u.ac.jp

軽量2種コンクリートは普通コンクリートに比べ約3割の軽量化が可能である．しかし，骨材自体の強度が小さいため，引張強度，せん断強度が低下し，脆性的な破壊を呈することが知られている．その特性を改善する方法の一つとして短繊維により補強する方法がある．ひび割れ発生時の短繊維とコンクリートの付着により，短繊維が引張力を負担する．この架橋効果によって，引張強度，せん断強度および靭性の向上効果が期待できる．一方，コンクリートを合成部材に用いる場合，ずれ止めを用いる必要がある．しかし，鋼繊維補強軽量2種コンクリートのずれ止めなどの研究は著者らの知る限り皆無である．本研究では鋼繊維補強軽量2種コンクリートの合成部材への適用を目指し，コンクリートの種類，繊維補強の有無，孔あき鋼板ジベルの孔径をパラメータとした二面押抜きせん断試験を行い，せん断耐力式を提案した．

Key Words : *super lightweight concrete, short steel fiber, perfobond rib, shear strength evaluation*

1. はじめに

近年，構造物の巨大化によりコンクリート構造部材断面は複雑化するとともに，自重も大きくなっている．そこで自重の軽減，下部工の負荷低減および施工を簡略化させるための一手段として軽量コンクリートの研究が行われている．軽量コンクリートは粗骨材，軽量２種コンクリート（以下，SL）は細骨材，粗骨材ともに人工軽量骨材を用いたコンクリートである．軽量２種コンクリートは普通コンクリート（以下，N）に比べ約 3 割の軽量化が可能である．人工軽量骨材を**図-1** に示す．また，人工軽量骨材は天然骨材の枯渇や環境保全の面でも天然骨材の代替材としても用いることができる．しかし，骨材自体の強度が小さいため引張強度，せん断強度が N の 7 割程度に低下し，脆性的な破壊を呈することが知られている．このような軽量コンクリートの特性を改善する方法の一つとして，短繊維により補強する方法がある．短繊維補強軽量コンクリートは, 架橋効果により引張強度, せん断強度および靭性の向上効果が期待でき，また各種繊維の中でも鋼繊維は強度特性に優れるとされている．本研究ではフックエンド型の鋼繊維（**図-2**）を対象としている．

一方，鋼繊維補強軽量２種コンクリートを合成部材に用いる場合，ずれ止めを用いる必要がある．2009 年制定された複合構造標準示方書 [1)]では，ずれ止めとしてスタッド，孔あき鋼板ジベル，ブロックジベルについて記載されている．その中でも近年，実構造物ではせん断耐力および疲労耐久性が優れる孔あき鋼板ジベル（以下，PBL）が採用されることが多い．しかし，軽量２種コンクリート，特に短繊維補強軽量２種コンクリートを用い

（a）粗骨材　　（b）細骨材

図-1 人工軽量骨材

た PBL のずれ特性などの研究は著者らの知る限り皆無である.

これまでに著者らは，鋼繊維補強軽量 2 種コンクリートの各種強度試験を行い，混入率と各強度の関係から強度評価式を提案した．また，部材に関しては RC はり，RC版の曲げやせん断についての設計式の確立を目指し，研究を進めている [2),3),4)] ．さらに，鋼繊維補強軽量 2 種コンクリートの合成部材への適用を目指し，コンクリートの種類, 鋼繊維混入の有無, 貫通鉄筋の有無およびPBLの孔径をパラメータとした PBL を用いた二面押抜きせん断試験を行い，せん断耐力式を提案している [5)]．文献5)では孔径 35mm を中心に貫通鉄筋を有する場合および貫通鉄筋を有さない場合の破壊メカニズムを明らかにし，

フックエンド型
直径 0.62mm
長さ 30mm

図-2 鋼繊維

表-1 使用材料

材料種類	記号	性質
普通ポルトランドセメント	C	密度:3.16t/m^3 比表面積:3890cm^2/g
普通細骨材	普通S	表乾密度:2.55t/m^3 吸水率:1.92% 実績率:71.1% 粗粒率:2.55
普通粗骨材	普通G	表乾密度:2.90t/m^3 吸水率:1.92%
人工軽量細骨材	軽量S	絶乾密度:1.68t/m^3 24時間吸水率:9.8% 単位容積質量:1.11t/m^3 実績率:53.7%
人工軽量粗骨材	軽量G	絶乾密度:1.55t/m^3 24時間吸水率:9.7% 単位容積質量:0.79t/m^3 実績率:63.5%
高性能AE減水剤	SP	減水率：19% ブリーディング量の比：30% (ポリカルボン酸化化合物)
AE助剤	AE	密度:1.06~1.10t/m^3
増粘剤	B	－
鋼繊維	F	フックエンド型，密度:7.85t/m^3

表-2 配合表（一例）

タイプ	kg/m^3					
	W/C	W	C	S	G	F
N-00	50.0	211	422	898	862	0
N-12	50.0	211	422	875	852	94.2
SL-00	47.5	220	489	564	449	0
SL-12	47.5	220	489	542	449	94.2

それぞれのせん断耐力式の提案した.

そこで，本論文では鋼繊維補強軽量 2 種コンクリートの合成部材への適用を目指し，孔径 35mm より実構造物により多く用いられる孔径 50mm の二面押抜きせん断試験を行い，破壊メカニズムおよび耐荷特性について検討して再整理した.

2. PBL の既往の二面押抜きせん断耐力式

既往研究でいくつかの算定式が提案されている．以下に，貫通鉄筋を有さない場合のせん断耐力式を示す.

(1) レオンハルト式

レオンハルトら [6)]は，孔径とコンクリートの圧縮強度が終局強度に影響する因子とし，孔中のコンクリートがせん断破壊する場合として式(1)を提案した.

$$V_u = 2\left(\pi d^2/4\right)\cdot 0.9\beta_w \tag{1}$$

ここで,

V_u ：孔 1 個当りのせん断耐力(N)

d ：孔径(mm)

β_w ：コンクリート立方体圧縮強度(N/mm^2)

$\beta_w = 0.83 f'_{cu}$

f'_{cu} ：コンクリート円柱圧縮強度(N/mm^2)

(2) 保坂式

保坂ら [7)]は，孔あき鋼板の板厚，貫通鉄筋の有無およびフランジ面に配置する孔あき鋼板の枚数の影響を把握するために二面押抜きせん断試験による回帰分析を行い，式(2)を提案している. 式(3)は式(2)を安全側評価した下限値式である.

$$V_u = 3.38 d^2 (t/d)^{1/2}\cdot f'_{cu} - 39.0\times 10^3 \tag{2}$$

$$V_u = 3.38 d^2 (t/d)^{1/2}\cdot f'_{cu} - 121.0\times 10^3 \tag{3}$$

適用範囲： $22.0 < d^2 (t/d)^{1/2}\cdot f'_{cu} < 194.0$

t ：板厚(mm)

(3) 複合構造標準示方書式

複合構造標準示方書 [1)]には PBL の設計せん断耐力式が示されており，保坂式の下限値式(式(3))と同じ式である.

$$\mathrm{V}_{psud} = \left(4.31A - 39.0\times 10^3\right)/\gamma_b \tag{4}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}\left(\frac{t}{d}\right)^{1/2} f'_{cd}$$

適用範囲： $17.3\times 10^3 < A < 152.4\times 10^3$

V_{psud} ：孔 1 個当りの設計せん断耐力(N)

式(1)～(4)は，普通コンクリートを対象としたものであり，いずれの式も軽量2種コンクリートおよび鋼繊維補強コンクリートを用いた PBL のせん断耐力を評価できないため，軽量化および繊維補強効果を評価できる式の検討が必要である．

3. PBL の二面押抜きせん断耐力試験

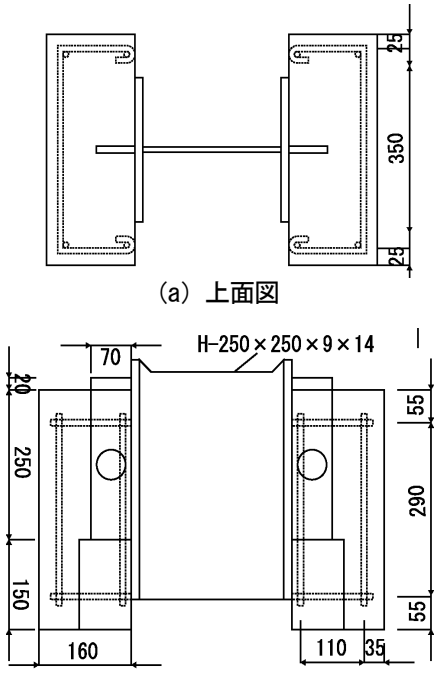
(1) 供試体

表-1 に使用材料を示す．粗骨材および細骨材は全て人工軽量骨材を使用し，鋼繊維は直径 0.62mm，長さ 30mm のフックエンド型を使用した．**表-2** に配合の一例を示す．普通骨材の最大寸法は 20mm，人工軽量骨材のそれは 15mm とした．目標スランプは 18cm，目標空気量は N 4.5%，SL 5.0%とし，高性能 AE 減水剤，AE 助剤，増粘剤で調整を行った．繊維補強した場合の配合は，流動性を確保するため単位水量を 200kg/m^3 以上とし，繊維補強していない場合でも圧縮強度が 40N/mm^2 となるような配合を基準とした．

PBL の二面押抜きせん断試験では，**表-3** に示すようにコンクリート種類(N, SL)，鋼繊維補強の有無(0%, 1.2%)，PBL の孔径(35mm，50mm)をパラメータとした供試体を 6 種類各 3 体作製した．供試体の寸法は，日本鋼構造協会「頭付きスタッドの押抜き試験方法（案）」[8]に準じて決定した（**図-3**）．PBL は SS400，H 鋼は SM490 を用いた．背面かぶり厚は 90mm とした．コンクリートブロック用補強筋は D13 SD295（引張強度 570N/mm^2）を用いた．また，鋼板下側に発泡スチロールを配置し，コンクリートと接触する H 鋼のフランジ面および PBL には付着を排除するためにグリースを塗付し，コンクリートブロック下面は石膏により試験装置に設置した．

表-3 供試体および強度試験結果

タイプ（n=3）	コンクリート種類	鋼繊維混入率（%）	孔径（mm）	圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)			せん断強度 (N/mm^2)			ヤング係数 (kN/mm^2)
				実験値	実験値	計算値	実験値/計算値	実験値	計算値	実験値/計算値	実験値
N00-35	普通（N）	0	35	38.0	2.95	2.95	1.00	4.42	4.48	0.99	27.4
N12-35		1.2		37.0	4.19	4.03	1.04	6.24	6.28	0.99	26.8
SL00-35	軽量2種（SL）	0		46.1	2.66	2.31	1.15	3.94	3.66	1.08	15.3
SL12-35		1.2		42.6	4.03	4.57	0.88	4.87	5.26	0.93	15.9
SL00-50		0	50	41.2	2.24	2.15	1.04	3.46	3.40	1.02	13.5
SL12-50		1.2		42.6	4.31	4.57	0.94	4.44	5.26	0.84	15.8



(a) 上面図

(b) 側面図

図-3 供試体概略図（mm）

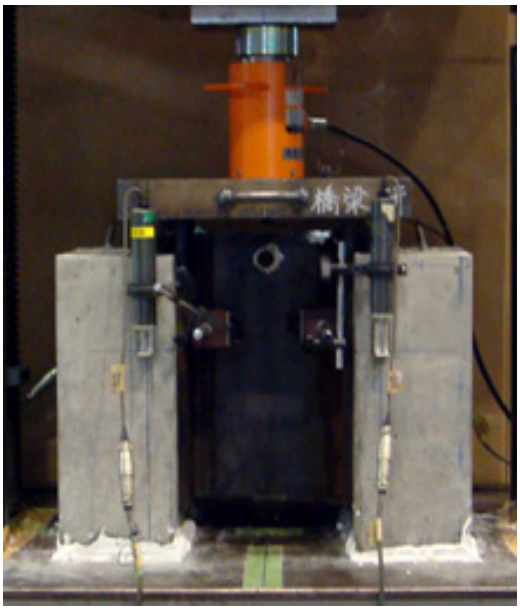


図-4 載荷状況

表-4 強度評価式

V_{sf}：混入率(%)

種類		強度評価式	決定係数 R^2	適用範囲	
				混入率 (%)	圧縮強度 (N/mm^2)
N	引張	$f_t = (0.085V_{sf}+0.261) f'_c{}^{2/3}$	0.951	0～1.2	29.4～46.8
	曲げ	$f_b = (0.257V_{sf}+0.521) f'_c{}^{2/3}$	0.979		
	せん断	$f_{cv} = (0.141V_{sf}+0.396) f'_c{}^{2/3}$	0.960		
SL	引張	$f_t = (0.162V_{sf}+0.180) f'_c{}^{2/3}$	0.899		31.8～48.8
	曲げ	$f_b = (0.350V_{sf}+0.307) f'_c{}^{2/3}$	0.554		
	せん断	$f_{cv} = (0.122V_{sf}+0.285) f'_c{}^{2/3}$	0.812		

載荷は，相対変位を基準に変位増分の繰返し載荷（相対変位 1mm まで 0.1mm 幅，10mm まで 0.5mm 幅，それ以降は 5mm 幅で繰返し）とした．測定は，貫通鉄筋位置でのH鋼とコンクリートブロックの相対変位を測定した． **図-4** に載荷状況を示す．

(2) 材料特性値

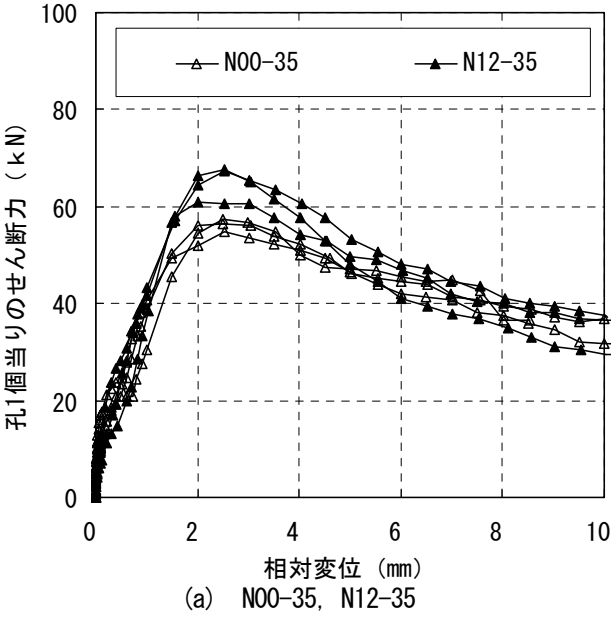
強度試験はコンクリート標準示方書 [9]に準じて，圧縮強度，割裂引張強度，せん断強度，ヤング係数を求めた．**表-3** に強度試験結果を示す．同表は各試験 3 体以上の平均値を示している．圧縮強度は $40N/mm^2$ を目標したため，目標値に達成したと言える．引張強度，せん断強度は SL を用いることにより，N より強度が小さいことがわかる．一方，鋼繊維を 1.2%補強することにより強度が増加した．ヤング係数は SL が N の 50%程度であった．

同表の計算値は本研究で提案した強度評価式 [5]との結果を表す．強度評価式を**表-4** に示す．著者らは約 10 年間の強度試験から得られた普通，軽量 2 種コンクリートの圧縮強度，引張強度，曲げ強度，せん断強度のデータから強度評価式を提案した．（引張：N－59，SL－89，曲げ：N－31，SL－55，せん断：N－43，SL－66）ここで，（ ）内の数字は有効なデータ数を示している．この強度評価式は適用範囲内の圧縮強度，鋼繊維混入率がわかれば N，SL の引張強度，曲げ強度，せん断強度を求めることができる式である．本試験における引張，せん断強度の実験値と強度評価式から求めた計算値の比がほぼ 1 となり，今回の強度試験結果においても強度評価式で問題なく算定できることがわかる．

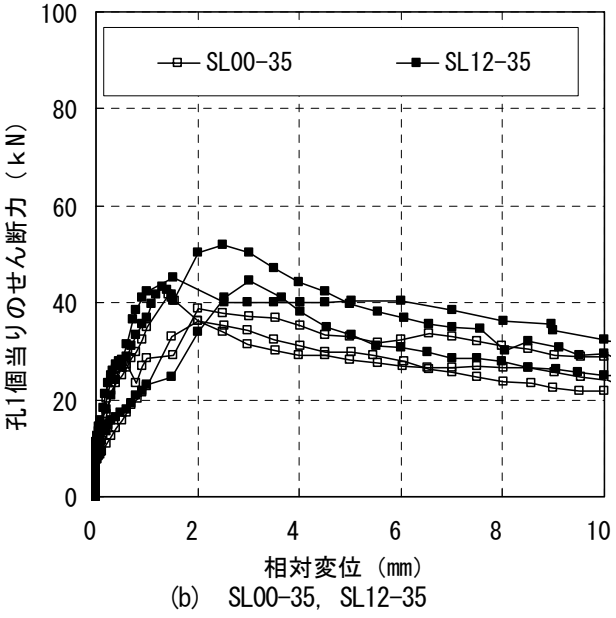
4. 結果および考察

(1) せん断耐力

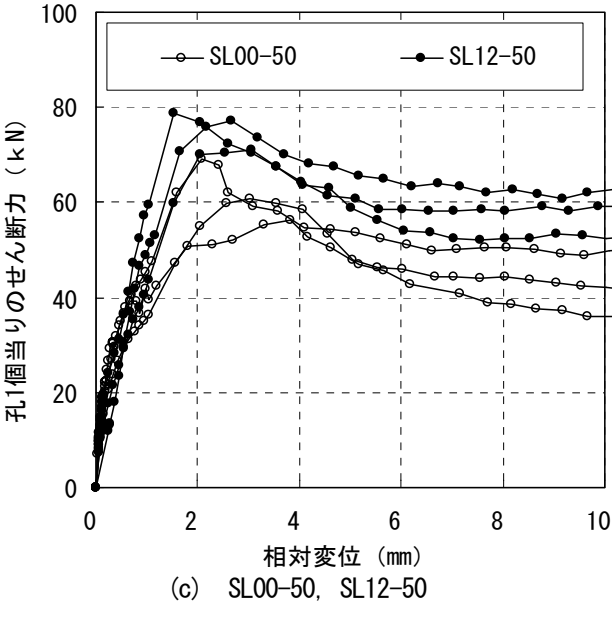
図-5に孔1個当りのせん断力ー相対変位関係を示す．同図より最大荷重は相対変位が約1.5mmから3.0mm内で発生していることがわかる．また，最大荷重に到達後，せん断力が低下しながら相対変位が広がっていった．**図-6** に孔1個当りのせん断耐力を示す．（ ）内の値は各タイプの平均値を表している．繊維補強していないSL00-35



(a) N00-35, N12-35



(b) SL00-35, SL12-35



(c) SL00-50, SL12-50

図-5 せん断力ー相対変位関係

はN00-35より0.69倍，繊維補強したSL12-35はN12-35より0.72倍と軽量化により耐力が小さくなった．また，孔径35mmの場合，繊維補強により，Nは1.17倍，SLは1.21倍増加した．孔径35mmの場合は1.22倍増加した．せん断面での抵抗機構は，骨材の噛み合わせ効果によるものである．そのため，普通コンクリートは普通骨材に沿ったせん断破壊し，軽量骨材のような骨材自体の強度が小さいものは，骨材自体が割れてしまい，今回のようにPBLのせん断耐力の低下に大きく影響したと考えられる．

表-5にせん断耐力の実験値および計算値を示す．せん断耐力は孔1個当りに換算して示しており，レオンハルト式（式(1)）および保坂式（式(2)）と実験値を比較した．なお，全ての供試体は両式の適用範囲内であった．同表より，N00-35のV_{max}/式(1)，V_{max}/式(2)は，それぞれ0.69～0.72，1.03～1.08であり，保坂式の方が精度良く評価できている．しかし，軽量2種コンクリートおよび繊維補強の評価は3～4割程度の差があり，適用できないことがわかる．

(2) 破壊メカニズム

図-7 にSLの孔内部コンクリートの破壊状況を示す．同図より，軽量粗骨材自体のせん断破壊を含む二面せん断破壊を確認できた．また，N，SLともに載荷後の繊維補強した供試体の孔内部には繊維はほぼ残っておらず，コンクリートブロック側に引き抜かれたと考えられる．また，貫通鉄筋を有さないため，PBLの両面に沿ってせん断破壊が起きると考えられる．そのため，貫通鉄筋を有さないPBLに繊維を補強した場合，強度試験と同様にせん断強度は向上すると考えられる．

図-8 にSL00-50のコンクリートブロックのひび割れ状況を示す．他の供試体に関してはひび割れが見られないものの，SL00-50のみPBLに沿ったひび割れがコンクリートブロックから見られた．これは孔径が35mmから50mmになるとともに，コンクリートとPBLの間の拘束が大きくなったためであると考えられる．また，SL12-50はSL00-50のようなひび割れが見られなかった．これは繊維補強の架橋効果により，鋼繊維が孔内部のコンクリ

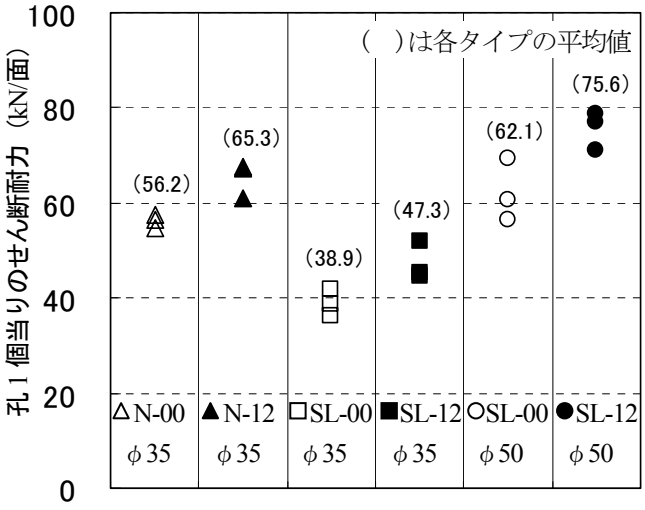
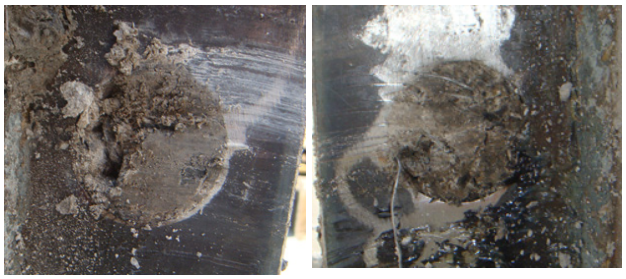


図-6 孔1個当りのせん断力

表-5 せん断耐力の実験値および計算値

タイプ	No.	孔1個当りのせん断耐力 V_{max}（kN/面）	せん断耐力（kN）			V_{max}/レオンハルト式	V_{max}/保坂式	V_{max}/提案式
			レオンハルト式	保坂式	提案式			
N00-35	1	54.7	79.3	53.1	53.1	0.69	1.03	1.03
	2	57.5				0.72	1.08	1.08
	3	56.4				0.71	1.06	1.06
	平均	**56.2**				**0.71**	**1.06**	**1.06**
N12-35	1	60.9	77.2	50.7	88.0	0.79	1.20	0.69
	2	67.6				0.88	1.33	0.77
	3	67.4				0.87	1.33	0.77
	平均	**65.3**				**0.85**	**1.29**	**0.74**
SL00-35	1	36.3	96.2	72.8	42.2	0.38	0.50	0.86
	2	41.7				0.43	0.57	0.99
	3	38.7				0.40	0.53	0.92
	平均	**38.9**				**0.40**	**0.53**	**0.92**
SL12-35	1	45.2	88.9	64.3	73.1	0.51	0.70	0.62
	2	52.1				0.59	0.81	0.71
	3	44.7				0.50	0.70	0.61
	平均	**47.3**				**0.53**	**0.74**	**0.65**
SL00-50	1	56.3	175.4	131.6	84.8	0.32	0.43	0.66
	2	69.2				0.39	0.53	0.82
	3	60.7				0.35	0.46	0.72
	平均	**62.1**				**0.35**	**0.47**	**0.73**
SL12-50	1	77.1	181.4	137.3	152.3	0.42	0.56	0.51
	2	71.1				0.39	0.52	0.47
	3	78.7				0.43	0.57	0.52
	平均	**75.6**				**0.42**	**0.55**	**0.50**



(a) SL00-35　　(b) SL12-35

(c) SL00-50　　(d) SL12-50

図-7　孔内部コンクリートの破壊状況（軽量 2 種）

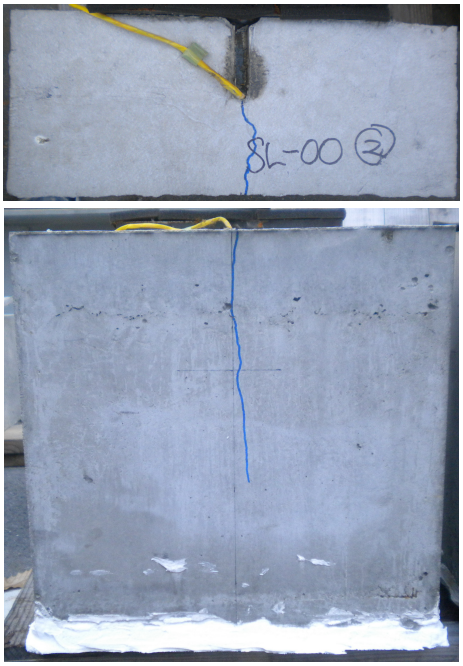
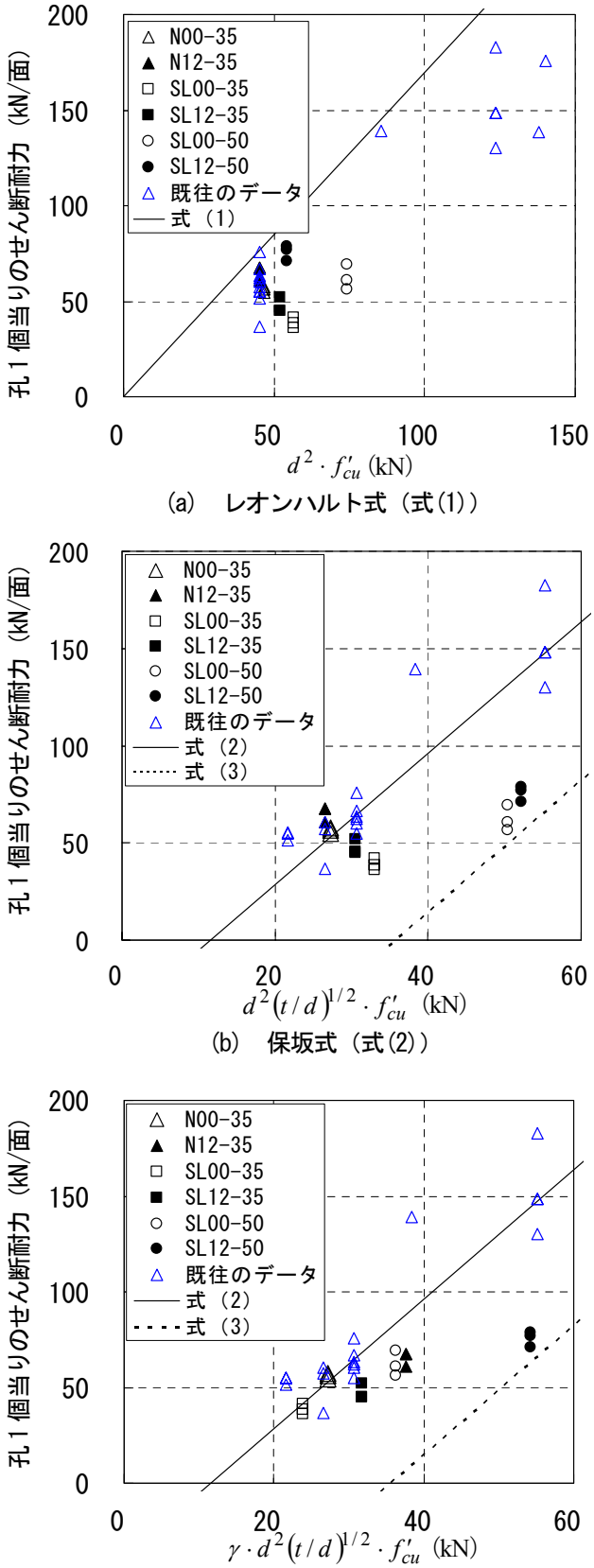


図-8 コンクリートブロックのひび割れ状況（SL00-50）

ートとコンクリートブロックの間のせん断力を受け持ち，ひび割れが抑制されたと考えられる．

5.　二面押抜きせん断耐力式の提案

図-9 は既往のデータ[10),11),12),13),14)]および本試験結果をレオンハルト式，保坂式に基づき孔 1 個当りのせん断耐力と $d^2 \cdot f'_{cu}$，$d^2(t/d)^{1/2} \cdot f'_{cu}$ の関係に整理したものである．



(a)　レオンハルト式（式(1)）

(b)　保坂式（式(2)）

(c)　提案式（式(5)）

図-9 貫通鉄筋を有さない場合のせん断耐力

同図(a)より，レオンハルト式では，本試験のデータだけではなく，既往のデータを含む全てのデータを危険側に評価していることがわかる．

一方，同図(b)より，保坂式では N00-35 は精度良く評価している. N12-35 は繊維補強効果が考慮されていないため，試験結果が大きくなり若干過小評価している. SL00-35 および SL12-35 は軽量 2 種コンクリートであるため試験結果が小さくなり, 危険側評価している. また, 孔径が大きくなることにより SL00-50 および SL12-50 はさらに危険側評価している.

以上より，既往の式に補正係数を乗じて軽量 2 種コンクリートおよび繊維補強を評価する必要があると考えられる. 前述したように貫通鉄筋を有さない PBL の破壊メカニズムにより，孔内部のコンクリートのせん断力はせん断強度に依存するため，軽量 2 種コンクリートおよび繊維補強の影響を考慮した強度評価式のせん断強度により評価することとした.

そこで，本研究では N00-35 を適切に評価している保坂式を基準として，せん断耐力の算定に当たって軽量化による減少率と繊維補強による増加率を補正係数により考慮した．そこで，軽量 2 種コンクリートおよび繊維補強の影響をせん断強度評価式の N-00 に対する比γで表現し，保坂式(2)に乗じた式(5)を提案する.

$$V_u = \gamma \cdot 3.38 d^2 (t/d)^{1/2} \cdot f'_{cu} - 39.0 \times 10^3 \tag{5}$$

ここで，γ ：せん断強度評価式から求めた軽量 2 種コンクリートおよび繊維補強による補正係数

(a) 鋼繊維補強普通コンクリートの場合

$$\gamma = \frac{0.141 \times V_{sf} + 0.396}{0.396} \tag{6}$$

(b) 鋼繊維補強軽量 2 種コンクリートの場合

$$\gamma = \frac{0.122 \times V_{sf} + 0.285}{0.396} \tag{7}$$

図-9 (c)は, 算出したγを考慮して試験結果を整理した結果を示す．なお，N00-35 は補正係数を用いる必要がないため，同図(b)と同値である．同図より，全タイプのデータが保坂式（式(3)）とその下限値式（式(4)）の間で評価できる．タイプ毎に検討すると，保坂式にγを乗じることで SL00-35 は SL の影響を精度良く評価できることがわかる．しかし，N12-35，SL12-35 はγを用いることで，それぞれ 2.5 割，4 割危険側評価している．さらに，N12-35 は同図(b)では 3 割程度安全側評価であったが, 繊維補強を考慮することにより 3 割程度危険側評価となった． SL00-50 は軽量化を考慮することにより，保坂式による評価より Vmax と比が 5 割程度の危険側から 3 割程度危険側となった．一方，SL12-50 に関しては保坂式とほとんど差が見られなかった.

6. まとめ

本研究では，鋼繊維補強軽量 2 種コンクリートを用いた PBL の二面押抜きせん断試験を行い, 以下の知見を得た.

(1) 軽量 2 種コンクリートを用いることにより，引張強度，せん断強度共に普通コンクリートより小さい. 一方，鋼繊維を 1.2%補強することによりいずれの強度も増加する．ヤング係数は軽量 2 種コンクリートが普通コンクリートの 50%程度である.

(2) SL を用いた PBL のせん断耐力は，繊維補強の有無に関わらず N のそれに対して 4 割程度低下する．その理由として破壊メカニズムの違いが考えられる．貫通鉄筋を有さない場合は，骨材の噛み合わせ効果により PBL の両面に沿ってせん断破壊が起きると考えられる.

(3) PBL のせん断耐力式は, 破壊メカニズムを考慮した式を提案するため，軽量 2 種コンクリートおよび繊維補強の影響をせん断強度評価式の N-00 に対しての比, 補正係数γで表現し, 保坂式と補正係数γの積で提案した.

(4) コンクリート種類および混入率が考慮できる，さらに孔周辺のコンクリートの破壊メカニズムに則した提案式（式(4)）で精度よく評価できた．全タイプのデータが保坂式（式(3)）とその下限値式（式(4)）の間で評価できた.

謝辞：研究を遂行するにあたり材料の提供をしていただきました太平洋セメント株式会社に厚く御礼申し上げます.

参考文献

1) 土木学会：複合構造標準示方書，2009.
2) 山口浩平，崔智宣，日野伸一，田北翔：鋼繊維補強軽量 2 種コンクリート RC はりのせん断耐力評価, コンクリート工学年次論文集，Vol.33, pp.1267-1272, 2011.
3) 崔智宣，山口浩平，日野伸一，園田崇智：鋼繊維補強軽量 2 種コンクリート RC はりのせん断耐力評価に関する一考察, コンクリート工学年次論文集, Vol.32，pp.1273-1278，2010.
4) 山口浩平，日野伸一，園田崇智，崔智宣：鋼繊維補強された軽量 2 種コンクリートの繊維混入率を考慮

した強度評価式および RC 版の押し抜きせん断耐力評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，pp.1321-1326，2009.
5) 崔智宣，山口浩平，日野伸一，梶原秀夫：鋼繊維補強軽量 2 種コンクリートの強度特性および孔あき鋼板ジベルのせん断耐力評価，構造工学論文集，Vol.57A，pp.1007-1016，2011.
6) Leonhardt Fritz，Wolfhart Andrä，Hans-Peter Andrä and Wolfgang Harre：Neues, vorteilhaftes Verbundmittel Für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit , Betonund Stahlbetonbau，Heft，1987.
7) 保坂鐵矢，光木香，平城弘一，牛島祥貴，橘 吉宏，渡辺 滉:孔あき鋼板ジベルのせん断特性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.1593-1604, 2000.3.
8) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押し抜き試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状，1996.
9) 土木学会：コンクリート標準示方書，2002.
10) 富永知徳，西海健二，室井進次，古市耕輔：拘束条件を考慮した孔あき鋼板ジベルのずれ止め特性に関する報告, 土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集，I-A323，pp.646-647，1998.
11) 新谷英司，蛯名貴之，上平謙二，柳下文夫：波形鋼板とコンクリート床版の結合方法に関する実験的研究，第 9 回シンポジウム論文集，pp.91-96，2007.3.
12) 平陽平，古市耕輔，山村正人，西海健二：孔あき鋼板ジベルの耐荷力に関する研究, 土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集, I-A324, pp.298-299, 1999.
13) 永田淳，明橋克良，渡辺将之：コンクリートの打設方向を考慮した孔明鋼板引抜試験，土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集，I-A149，pp.300-301，1999.
14) 鈴木統，上田多門，古内仁：孔あき鋼板ジベルの押し抜きせん断耐力に関する基礎的実験，土木学会年次学術講演概要集, 第 1 部(A)，Vol.54, pp.300-301，1999.

SHEAR EVALUATION OF PERFOBOND RIB OF SUPER LIGHTWEIGHT CONCRETE REINFORCED WITH SHORT STEEL FIBER

Jisun CHOI, Kohei YAMAGUCHI and Shinichi HINO

Super lightweight concrete consists of artificial lightweight concrete aggregate. Compared to normal concrete, the density of super lightweight concrete is decreased by 30 percent. However, the tensile and shear strengths are also reduced, compared to normal concrete. In order to overcome these weaknesses, it is efficient to add short fiber into super lightweight concrete. By the bridge effect of short fiber, there could be some improvement in strength and toughness of super lightweight concrete. First, push out tests of perfobond rib carried out to obtain characteristic of shear strength. In addition the design formula for shear loading capacity is proposed for super lightweight concrete reinforced with short steel fiber.