

(6) アルミ合金鋳物（砂型）を用いた 孔あきジベルのせん断耐力に関する一検討

今川 雄亮¹・柳澤 則文²・大山 理³

¹正会員 大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科 講師（〒535-8585 大阪市旭区大宮5-16-1）
E-mail: yusuke.imagawa@oit.ac.jp

²正会員 川田工業株式会社 橋梁事業部 工事部 大阪工事部（〒550-0013 大阪市西区新町2-4-2-17F）
E-mail: n.yanagisawa@kawada.co.jp

²正会員 大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科 教授（〒535-8585 大阪市旭区大宮5-16-1）
E-mail: osamu.oyama@oit.ac.jp

本研究で対象とする構造は、アルミ合金鋳物(砂型)を主材料とし、フェースプレートとアンカー部である孔あきジベルとを一体鋳造した伸縮装置である。その床版端部のコンクリートへ埋込み固定する孔あきジベルの設計耐力は、鋼の孔あきジベルの設計せん断耐力評価式に基づいた値が用いられている。しかしながら、使用材料が鋼ではなくアルミ合金鋳物(砂型)であること、ジベルプレートが厚く設計せん断評価式の適用板厚範囲外であること、伸縮装置の後打ちコンクリート(鉄筋含む)の拘束効果が不明確であることなどから、構造条件に応じたせん断耐力を明確にする必要がある。そこで、本文は、伸縮装置に用いるアルミ合金鋳物(砂型)の孔あきジベルのせん断耐力やずれ特性を把握することを目的として、静的押抜き試験を実施した結果について報告するものである。

Key Words : aluminum alloy, perfobond strips, penetrating rebar, push-out test, shear resistance

1. はじめに

伸縮装置は、橋梁の変形に対して伸縮するとともに、車両が安全に通行できるものでなければならない。さらに、衝撃を伴う輪荷重が直接載荷されることから、十分な疲労耐久性の確保も必要である。また、伸縮装置は、本体に設置したずれ止めを介して後打ちコンクリートと確実に一体化された構造であることも重要であり、定着部の耐荷性能や抵抗機構を明確にする必要がある。

本研究で対象とする伸縮装置は、図-1に示すように、伸縮装置本体にアルミ合金鋳物が用いられており、主に以下のような利点を有している。

- ・ 腐食に強く耐候性に優れる。
- ・ 一体鋳造により溶接部が無く、疲労耐久性に優れる。
- ・ 軽量で施工性に優れる。

一方で、定着部は孔あきジベルによる接合方法が採用されており、輪荷重による作用荷重が孔あきジベルの設計耐力以下となるように設計されている。本伸縮装置に用いるアルミ合金鋳物の孔あきジベルの設計耐力には、鋼製の孔あきジベルの設計せん断耐力評価式¹⁾²⁾に基づいた値が用いられている。

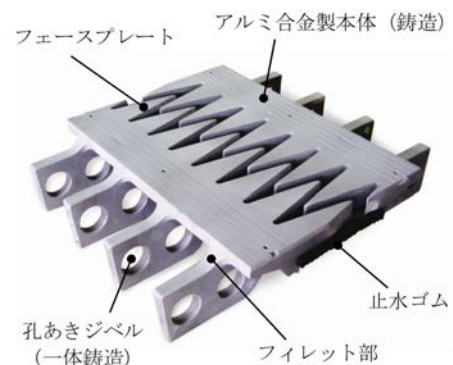


図-1 対象とする伸縮装置の外観

しかしながら、使用材料が鋼ではなくアルミ合金鋳物であること、ジベル平板が厚く設計式の適用範囲外にあること、伸縮装置の後打ちコンクリート(鉄筋含む)の拘束効果が不明確であることなどから、本研究で対象とする伸縮装置の構造条件に応じたせん断耐力を明確にする必要がある。

そこで、本文では、伸縮装置に用いるアルミ合金鋳物の孔あきジベルのせん断耐力やずれ特性を把握することを目的として、静的押抜き試験を実施した結果について報告する。

表-2 コンクリートの力学的性質

静弾性係数 (kN/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
30.2	46.2	3.7

表-3 アルミ合金鋳物の機械的性質

種類	弾性係数* (kN/mm ²)	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
AC4CH-T6 砂型	71.0	224	258

*弾性係数：最大荷重の1/2点における初期割線の傾き

表-4 鋼および鉄筋の機械的性質

種類	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	伸び (%)
SS400 (S80のジベル平板)	282	447	29
D16 【SD345】 (帯鉄筋)	392	563	21
D19 【SD345】 (貫通鉄筋)	375	573	20

として配置した。帯鉄筋(D16)は、図-3に示すように、実構造と試験体の作用力の向きが反転することから、実構造が貫通鉄筋(D19)の下側に配置されるのに対し、試験体では貫通鉄筋(D19)の上側に配置した。

以上のように決定した試験体形状に基づいて、表-1に示す6種類の試験体(試験体数：各3体の計18体)に対して試験を実施した。A65、A70およびA80は、孔径の異なるアルミ合金鋳物のジベル平板を用いて貫通鉄筋を配置した基本となる試験体である。これに対して、A65NおよびA80Nは貫通鉄筋なし、S80はジベル平板の材質を鋼(SS400)としたものである。

試験体に用いるコンクリートは、新設の伸縮装置の後打ちコンクリートに対して標準的に用いられるものとし、最大粗骨材寸法20mm、設計基準強度36N/mm²の普通コンクリートで統一した。また、A65、A70およびA80の試験体各3体のうち1体には、貫通鉄筋のひずみ挙動を確認するためにひずみゲージを貼付した。

(2) 使用材料の材料特性

試験体に用いた各材料の材料特性を表-2～表-4に示す。

表-2に示すコンクリートの力学的性質は、押抜き試験開始時(材齢28日)に実施した圧縮試験および割裂試験から得られた結果である。また、表-3に示すアルミ合金鋳物(AC4CH-T6)の機械的性質は、JIS Z 2241の4号試験片を用いて引張試験を実施した結果である。なお、試験体のジベル平板および材料試験の4号試験片は、全て同一ロットで鋳造されたものである。表-4に示す鋼(SS400)および鉄筋(D16およびD19)の機械的性質は、ミルシートに記載された数値である。



図-4 押抜き試験の状況

(3) 試験方法と計測項目

押抜き試験の状況を図-4に示す。同図に示すように、押抜き試験は、本学が所有する2000kN長柱万能試験機を用いて、試験体のジベル平板の突き出し部上面から荷重を載荷した。試験体の下には石膏を敷き、ジベル平板を鉛直に保持させた。なお、本試験ではコンクリートブロック側面を拘束するような措置は行っていない。荷重は、各試験ケース3体のうち、2体を単調載荷、1体を漸増載荷とした³⁾。漸増載荷は、後述する一次せん断耐力に達して最初の荷重低下が生じる直前まで10kNで漸増載荷し、その後、単調載荷に切り替えてコンクリートとジベル平板の相対変位が10mmを超えるまで載荷した。

本試験における孔あきジベルのずれ量は、ジベル平板とコンクリートブロックとの相対変位を高感度変位計により計測した。相対変位は、図-4に示すように、ジベル平板上部に固定したアングル材に変位計を4箇所取り付け、コンクリートブロック上面に当て計測した。また、コンクリート底面(支持面)と支持架台との相対変位もコンクリート下部側面で4箇所計測した。そして、本試験における相対ずれ量は、コンクリート上面の変位から下部側面の変位を差し引いた4点の相対変位の平均値で評価した。

その他の計測項目として、貫通鉄筋を有する各試験体3体のうち1体には、貫通鉄筋のひずみ挙動を確認するためにひずみゲージを貼付した。貫通鉄筋のひずみゲージの貼付位置は、孔あきジベルの2つのせん断面からそれぞれ20mm離れた位置の鉄筋上面および下面の計4箇所とした。

3. 試験結果

(1) 荷重-相対ずれ関係と破壊性状(ひび割れ状況)

押抜き試験から得られた各試験体の荷重-相対ずれ関係を図-5に示す。同図において、赤線(試験体名-1)および青線(試験体名-2)が単調載荷、緑線(試験体名-3)が漸増載荷した試験体(包絡線で表示)である。なお、貫通鉄

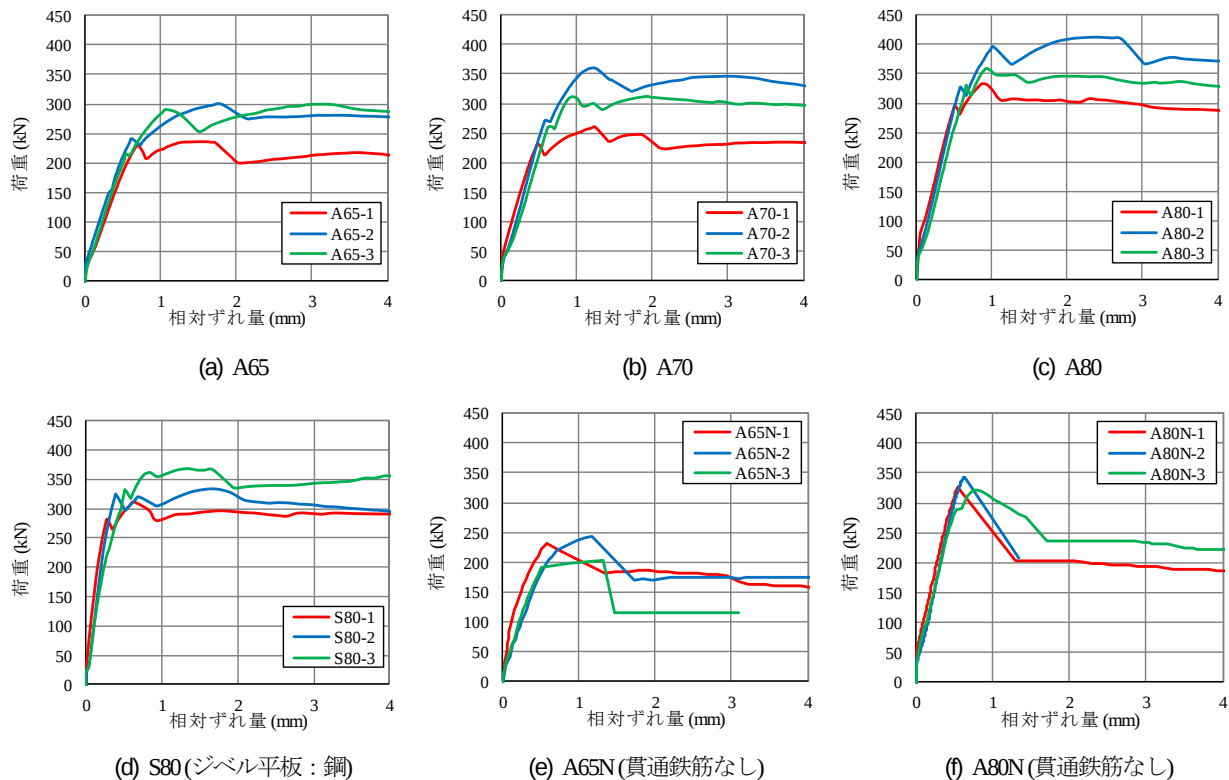


図-5 荷重－相対ずれ関係

筋を有する試験体のうち、ひずみゲージを設置した試験体は、赤線(試験体名-1)で示した試験体である。また、押抜き試験後における試験体のひび割れ状況の一例を図-6に示す。

図-5における荷重-相対ずれ関係の荷重低下点と図-6に示すひび割れ発生時の状況について以下に述べる。

図-6より、貫通鉄筋ありの試験体では側面に2種類のひび割れが生じた。ひび割れ①は、図-5(a)～(d)に示した貫通鉄筋ありの試験体の荷重-相対ずれ関係において、最初の荷重低下がみられたとき(例えば、A80の300kN前後の荷重作用時)に発生したひび割れである。このひび割れは、ジベル平板の幅方向と平行に生じていることから、荷重-相対ずれ関係の最初の荷重低下が生じた際に、ジベル孔のせん断面においてコンクリートのせん断破壊が生じたものと推察される。その後、貫通鉄筋ありの試験体では、貫通鉄筋が荷重を負担することでさらに荷重が上昇するが、2回目のピーク値で最大荷重に達した。このとき、試験体にはひび割れ②が発生した。これは、ひび割れ②は最大荷重到達時のひび割れであり、貫通鉄筋が荷重を負担する過程でコンクリートに割裂が生じたと推測できる。ここで、A80-2のように、最初の荷重低下後、2回目と3回目のピークを示す試験体もあった。このような試験体は、貫通鉄筋下部の割裂(ひび割れ②)が両側面で同時に生じず、片側で生じた試験体である。

一方、貫通鉄筋のない試験体は、ジベル孔界面のコンクリートのせん断破壊時にひび割れ①のみが発生し、荷

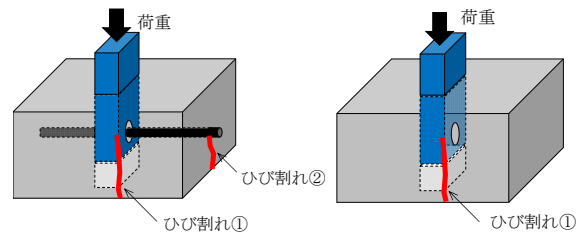


図-6 試験体のひび割れ状況

重-相対ずれ関係において、このひび割れが生じたときが最大荷重であった。

以上のように、貫通鉄筋を有する試験体では、荷重-相対ずれ関係において孔あきジベル界面のコンクリートのせん断破壊時と、貫通鉄筋下部のコンクリートの割裂破壊時(最大荷重)の2つ荷重ピーク値を示した。また、貫通鉄筋のない試験体は、孔あきジベル界面のコンクリートのせん断破壊時が最大荷重となった。

このことから、本文では、試験結果を評価するにあたり、次節に示すような評価項目を定義し、材質や孔径などの違いによる評価項目の比較を行うこととした。

(2) 試験結果に対する評価項目の定義

押抜きせん断試験から得られた荷重-相対ずれ関係より、本文では、貫通鉄筋を有する試験体の評価項目として以下の5項目を定義する。また、これらの評価項目の概要を図-7に示す。

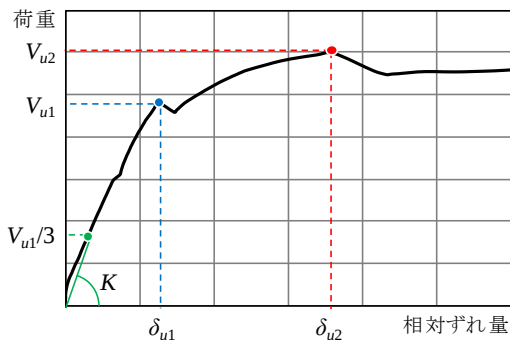


図-7 評価項目の概要

- ・ 一次せん断耐力(V_{u1})：最初の荷重ピーク値であり，孔あきジベル界面のコンクリートのせん断破壊時の荷重に相当する耐力
- ・ 一次ずれ量(δ_{u1})：一次せん断耐力時の相対ずれ量
- ・ 最大せん断耐力(V_{u2})：試験における最大荷重であり，貫通鉄筋下部のコンクリートの割裂破壊時の荷重に相当する終局耐力
- ・ 最大ずれ量(δ_{u2})：最大せん断耐力時の相対ずれ量
- ・ ずれ定数(K)：一次せん断耐力の1/3に相当する荷重とそのときのずれ量から算定される初期割線剛性

なお，貫通鉄筋のない試験体(A65N, A80N)は，最初の荷重ピーク値が最大せん断耐力となるため，後述する評価項目一覧には，一次せん断耐力と同列で表示することとする。

(2) せん断耐力およびずれ特性の評価

図-5に示す荷重-相対ずれ関係から得られる各試験体の評価項目(試験体3体の平均値)の一覧を表-5に示す。

a) 材質の影響

A80とS80の評価項目を比較すると，一次せん断耐力は材質の違いによる差はみられないことがわかる。すなわち，孔あきジベル界面におけるコンクリートのせん断破壊に対して，アルミ合金鋳物と鋼の材質による違いはないといえる。また，最大せん断耐力の平均値は，A80がS80の1.11倍となり，アルミ合金鋳物の方がやや大きい値となった。ただし，3体の試験結果のバラつきを考慮すると，最大せん断耐力も一次せん断耐力と同様に，材質による顕著な差はみられない。

b) 貫通鉄筋の影響

貫通鉄筋の有無に着目し，A65とA60NならびにA80とA80Nの試験結果を比較すると，一次せん断耐力はほぼ同等の値である。前述のとおり，一次せん断耐力は，ジベル孔界面のコンクリートのせん断破壊時の耐力と考えられ，貫通鉄筋の有無によってこの値が大きく変わることが確認できた。

また，孔径80mmの場合の一次ずれ量およびずれ定数

表-5 各試験体の評価項目一覧

試験体名	V_{u1} (kN)	δ_{u1} (mm)	V_{u2} (kN)	δ_{u2} (mm)	K (kN/mm)
A65	229	0.62	276	2.33	489
A70	254	0.58	310	1.14	625
A80	317	0.58	367	1.50	759
S80	312	0.40	332	1.39	1320
A65N	225	0.98	—	—	610
A80N	330	0.62	—	—	793

*表中の値は，試験体3体の平均値

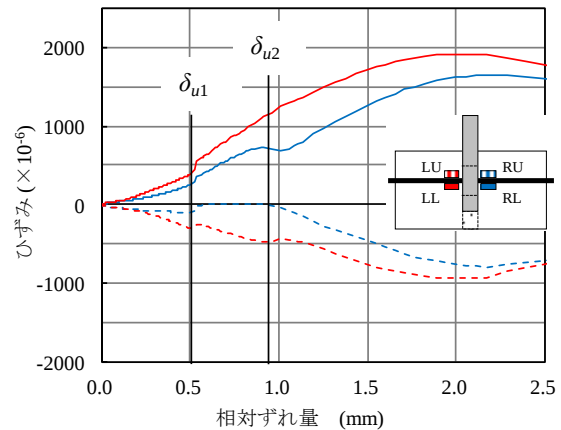


図-8 貫通鉄筋のひずみ変化の一例(A80)

もほぼ同等であり，一次せん断耐力に達するまでのずれ挙動においても貫通鉄筋の影響はみられなかった。

c) 孔径の影響

孔径の影響に着目し，A65, A70 および A80 の試験結果を比較すると，一次せん断耐力は，孔径が大きくなるにしたがって増加しており，A65 を基準とした場合，A70 で 1.11 倍，A80 で 1.38 倍であった。この比率は，最大せん断耐力も同様であることから，孔径の増加によって一次せん断耐力，最大せん断耐力ともに同じ比率で増加することが明らかとなった。また，一次せん断耐力と最大せん断耐力との差は，いずれの孔径に対しても 50kN 程度であった。

一方，ずれ特性に着目すると，一次ずれ量は孔径にかかわらず同等の値であった。最大ずれ量は，A65-3およびA80-2が3回目のピーク値で最大せん断耐力となったため，これらの試験体の値が大きくなった。そこで，この2体を除いた最大ずれ量の平均値を比較すると，A65に対してA70で0.65倍，A80で0.51倍であった。このことから，一次ずれ量は孔径の影響を受けないものの，最大ずれ量は孔径が大きいほど小さくなる傾向がみられた。また，ずれ定数は，孔径が大きくなるほど増加し，A65に対してA70で1.28倍，A80で1.55倍の値であった。

つぎに，貫通鉄筋のひずみ挙動の一例として，A80-1のひずみ変化を図-8に示す。



図-9 孔あきジベル界面の状況(A80)

図-8より、貫通鉄筋に生じるひずみは一次せん断耐力に達した後、大きく増加しており、貫通鉄筋がジベル孔界面のせん断破壊が生じた直後から、荷重を負担することがわかる。ただし、A80の場合、最大せん断耐力時のひずみの値は 1040μ 程度であり、SD345の降伏ひずみ (1900μ 程度) には達していない。したがって、本試験では、一次せん断耐力到達後、貫通鉄筋が荷重を負担するものの、貫通鉄筋が降伏する前に貫通鉄筋下側のコンクリートにひび割れが生じて破壊に至ったと考えられる。この要因のひとつとして、実構造同様、試験体の貫通鉄筋の下側に帯鉄筋が配置されておらず、押し広げる力に対して十分な拘束効果が得られなかったことが挙げられる。

試験終了後、図-9に示すように、ジベル平板とコンクリートの界面を切断し、孔あきジベル周辺の状況を観察した。同図(上)のジベル平板側の切断面から、破壊後においてもアルミ合金鋳物の孔あきジベルに変形は生じていないことがわかる。また、同図(下)のコンクリートブロック側の切断面に着目すると、赤破線で図示した貫通鉄筋下側に生じるひび割れが確認できる。

4. 既往研究の評価式との比較

試験から得られた一次せん断耐力および最大せん断耐力を既往研究の評価式と比較する。ここで、既往研究の評価式は、いずれも孔あき鋼板ジベルの押抜き試験から得られたものであり、本試験で対象としたアルミ合金鋳物の孔あき鋼板ジベルを対象としたものではない。また、既往研究における試験体は、ジベル平板の板厚が12～25mm程度であり、せん断耐力にコンクリートブロックや帯鉄筋の拘束効果が十分見込めるような条件で実施されている。本試験の結果から、鋼とアルミの材質の違い

によるせん断耐力の差はみられなかったものの、板厚(本試験では30mmと40mm)やコンクリートの拘束効果の影響は、後述する評価式の適用範囲外となる。

したがって、既往研究の評価式は参考値の位置づけではあるが、実構造を考慮して試験体寸法を決定し、貫通鉄筋を配置したA65、A70およびA80を対象に、既往の評価式によるせん断耐力の計算値と比較した結果について示す。なお、本文で試験結果との比較を行う評価式は、複合構造標準示方書(2014制定)²⁾における設計式と、本試験と同様にコンクリートブロック中に1枚の孔あきジベル鋼板を埋め込んだ試験体の押抜き試験を実施している中島らの既往研究^{4)~6)}における提案式とする。

まず、文献2)における貫通鉄筋を有する孔あき鋼板ジベルの設計せん断耐力式を式(1)に示す。なお、式(1)の適用範囲は、式中のAが40.1～383.3kNである。

$$V_{psud} = (1.85A - 26.1 \times 10^3) / \gamma_b \quad (1)$$

$$A = \frac{\pi(d^2 - \phi^2)}{4} f'_{cd} + \frac{\pi\phi^2}{4} f_{ud}$$

ここに、

- V_{psud} : 孔あきジベル1個あたりの設計せん断耐力 (N)
- d : 孔径 (mm)
- ϕ : 貫通鉄筋径 (mm)
- f'_{cd} : コンクリートの設計圧縮強度 (N/mm²)
- f_{ud} : 貫通鉄筋の設計引張強度 (N/mm²)
- γ_b : 部材係数

つぎに、中島らの既往研究における貫通鉄筋を有する孔あき鋼板ジベルのせん断耐力評価式⁴⁾を式(2)に示す。

$$Q_u = Q_c + Q_{st} \quad (2)$$

$$Q_c = 0.044\alpha(A - A_{st})f_c^{0.65}A_s^{0.43}$$

$$\alpha = 6.9\phi^{0.4}D^{-0.7}$$

$$Q_{st} = 0.84\phi f_{yd}D^{0.1}T^{0.8}$$

ここに、

- Q_c : コンクリートのせん断分担力 (N)
- Q_{st} : 貫通鉄筋のせん断抵抗力 (N)
- A : ジベル孔面積 (mm²)
- f_c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)
- A_s : コンクリートブロックの側面面積 (mm²)
- ϕ : 貫通鉄筋径 (mm)
- D : 孔径 (mm)
- f_{yd} : 貫通鉄筋の降伏強度 (N/mm²)
- T : 鋼板の板厚 (mm)

表-6 実験値と耐力評価式による計算値との比較

試験体		実験値		計算値			
				式(1)	式(2)		
		V_{u1} (kN)	V_{u2} (kN)	V_{psu1} (kN)	Q_c (kN)	Q_s (kN)	Q_u (kN)
A65	1	230	234	534	233	138	371
	2	241	300				
	3	215	294				
A70	1	231	259	579	266	175	441
	2	271	358				
	3	261	312				
A80	1	296	333	680	345	177	522
	2	327	408				
	3	329	358				

式(2)のせん断耐力評価式は、コンクリートのせん断分担力 Q_c と貫通鉄筋のせん断抵抗力 Q_s を分けて評価する点に特長がある。コンクリートのせん断分担力には、コンクリートの拘束効果が見込まれており、コンクリートブロックの寸法をパラメータとした試験結果において相関の高かったコンクリートブロックの側面面積が用いられている。

ここで、式(2)の Q_c について、中島らは、文献 4)において鋼板の板厚の影響を考慮しない Q_c と考慮する Q_c の2式を示しているが、本文では、板厚の影響を考慮しない Q_c に基づいてせん断耐力を用いて評価した。

以上より、本試験における貫通鉄筋を有するA65, A70, A80の実験値と式(1), (2)から算定した計算値とを比較した結果を表-6に示す。さらに、同表から得られる実験値の V_{u1} と式(2)の Q_c の関係ならびに実験値の V_{u2} と式(1), (2)の計算値の関係をそれぞれ図-10および図-11に示す。なお、耐力の算定に用いたコンクリートと貫通鉄筋の材料特性値は、表-2および表-4に示す値を用い、式(1)中の部材係数は1.0とした。

まず、複合構造標準示方書による計算値(式(1))との比較に着目すると、図-11より、実験値の最大せん断耐力は計算値を大幅に下回り、半分程度の値であることがわかる。複合構造標準示方書の評価式は、ジベル界面のコンクリートのせん断破壊に対して、周囲のコンクリートが十分に拘束されている状況下での評価式である。しかし、伸縮装置の実構造から設定した本試験のコンクリートブロック寸法は、ジベル平板から決定した最低限のブロック幅であるため、十分な拘束効果が得られなかったことが要因と考えられる。

一方、中島らの評価式(2)との比較に着目すると、図-10より、貫通鉄筋を有する試験体の一次せん断耐力は、式(2)のコンクリートのせん断分担力 Q_c の計算値とほぼ同等の値を示すことがわかる。式(2)の Q_c は、コンクリートブロックの拘束効果が見込まれており、本試験のコ

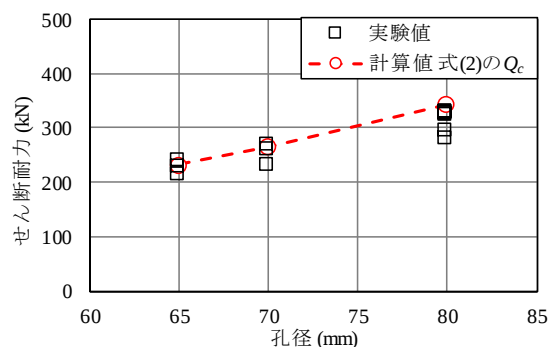


図-10 実験値の V_{u1} と耐力評価式(2)の Q_c との比較

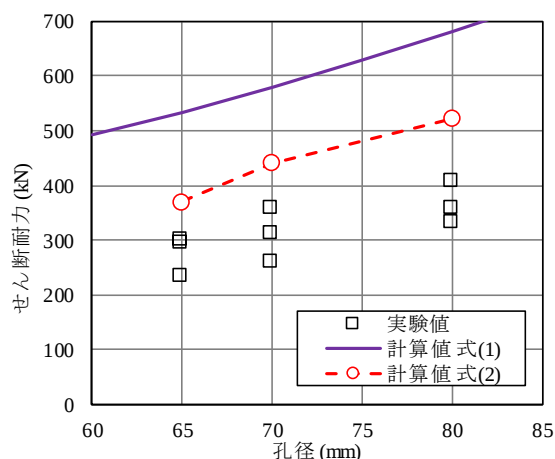


図-11 実験値の V_{u2} と耐力評価式の計算値との比較

ンクリートブロックの寸法に応じた拘束効果が適切に評価されたものと推察される。しかし、図-11に示すように、実験から得られた最大せん断耐力は、式(2)の計算値 Q_u より小さい値となる。すなわち、式(2)を用いて本試験結果を評価する場合、コンクリートのせん断分担力 Q_c は同等の値で評価できるものの、貫通鉄筋のせん断抵抗力 Q_s が評価できないといえる。これは、貫通鉄筋のひずみの計測結果で示したように、本試験に用いた試験体の場合、帯鉄筋による拘束が十分でなく最大せん断耐力時においても貫通鉄筋は降伏せず鉄筋下部のコンクリートに割裂ひび割れが生じて終局に至るためと考えられる。

以上の比較から、アルミ合金鋳物の孔あきジベルのせん断耐力は、鋼との材質による影響は小さく、孔あきジベル周辺のコンクリートや帯鉄筋の拘束効果が及ぼす影響が大きいことがわかった。本試験体のコンクリート寸法は、実構造において抵抗しうる最小の寸法を設定したが、アルミ合金鋳物の孔あきジベルのせん断耐力を適切に評価するためには、せん断耐力に寄与するコンクリート寸法をいかに設定するかが重要である。

5. まとめ

本文は、伸縮装置に用いるアルミ合金鋳物の孔あきジベルのせん断耐力やずれ特性を把握することを目的として、材質、貫通鉄筋の有無および孔径などに着目した静的押抜き試験を実施した結果についてまとめたものである。

押抜き試験の結果ならびに孔あき鋼板ジベルに対する既往のせん断耐力評価式との比較より、以下のことがわかった。

- 1) ジベル平板に鋼とアルミ合金鋳物を用いた試験体を比較した結果、材質によるせん断耐力の差は生じなかった。
- 2) ジベルの孔径が大きくなるとともに、一次せん断耐力および最大せん断耐力が増加することを確認した。
- 3) 貫通鉄筋を有する試験体における貫通鉄筋のひずみは、最大せん断耐力時に降伏しておらず、貫通鉄筋下部のコンクリートに割裂ひび割れが生じて終局状態となった。
- 4) 実験値と複合標準示方書による計算値を比較した結果、実験値の最大せん断耐力は計算値より小さい値となった。
- 5) 実験値と中島らが提案した耐力評価式を比較した結果、一次せん断耐力は同等の値で評価できたが、実験値の最大せん断耐力は、中島らの耐力評価式による計算値より小さい値となった。

アルミ合金鋳物の孔あきジベルは、鋼製と同等のせん断耐力を有する一方で、コンクリートや帯鉄筋による拘束の影響を大きく受ける。本試験の試験体形状は、実際の伸縮装置におけるジベル平板の間隔や配筋状況から一部を取り出した形で決定しており、最低限の拘束条件下

での試験結果である。すなわち、本試験から得られた孔あきジベルのせん断耐力は、実構造のせん断耐力を最も安全側に評価した値と考えられる。しかし、実構造においては、孔あきジベル周辺のコンクリートからのより大きな拘束効果が十分に見込めるため、本試験結果以上のせん断耐力を有すると考えられる。したがって、今後、伸縮装置に適用するアルミ合金鋳物では、孔あきジベルのせん断耐力に寄与するコンクリートの拘束効果を明確にすることで、本構造のせん断耐力を適切に評価することができると考えられる。

謝辞：本試験の実施にあたりシグマ・ガル(株)ならびに当時 大阪工業大学工学部都市デザイン工学科在籍の石坂祐二氏(現 兵庫県)、塚田美空氏(現 セントラルコンサルタント(株))にご協力頂きました。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：孔あき鋼板ジベル設計マニュアル(案)，2001。
- 2) 土木学会：2014年制定 複合構造標準示方書 原則編・設計編，2015。
- 3) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜きせん断試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状，1996。
- 4) 中島章典，Nguyen Minh Hai：孔あき鋼板ジベルの貫通鉄筋のひずみ挙動とせん断耐力評価，土木学会論文集 A1，Vol.71，No.1，pp.99-112，2015。
- 5) 中島章典，橋本昌利，Nguyen Minh Hai，鈴木康夫：貫通鉄筋の無い孔あき鋼板ジベルのせん断抵抗機構とせん断耐力評価，土木学会論文集 A1，Vol.70，No.5，pp.20-II-27，2014。
- 6) Nguyen Minh Hai，中島章典，高橋直紀，水取未流，大野将季，藤倉修一：押抜き試験体形状の影響を考慮した孔あき鋼板ジベルのせん断耐力の再評価，土木学会論文集 A1，Vol.74，No.1，pp.22-27，2018。

(Received September 10, 2021)

STUDY ON SHEAR RESISTANCE OF PERFOBOND STRIP MADE FROM ALUMINUM ALLOY CASTINGS

Yusuke IMAGAWA, Norifumi YANAGISAWA and Osamu OHYAMA

The target structure of this study is the expansion joints manufactured from aluminum alloy castings. This expansion joint is connected to the slab of the bridge by the perfbond strip. The shear strength of this perfbond strip has been designed by an evaluation formula for steel. However, since the materials and structural conditions are different, it was necessary to examine whether this design method is appropriate.

Therefore, we carried out the static push-out test for the perfbond strip made from aluminum alloy casting. From the test results, the effect of different materials was small. However, it was found that the condition of concrete around the perfbond strip has a great effect on the shear strength.