

種々の試験方法におけるコンクリート拘束効果に着目した PBL のずれ挙動

中国電力株式会社 正会員 森賢太郎 広島大学大学院 正会員 藤井堅
株式会社 IHI 正会員 道菅裕一 広島大学大学院 学生会員 佐々木達也 広島大学大学院 学生会員 山口詩織

1. はじめに

鋼・コンクリートの複合構造において、両材料間の応力伝達に用いられるずれ止めの一つに、孔あき鋼板ジベル(PBL)がある。PBLの破壊が、コンクリートの破壊に起因する場合、コンクリートの拘束状態にそのずれ耐力は大きく影響されることが明らかにされている。そのため、PBLの試験方法として行われている引き抜き、押し抜き試験では、各々コンクリートの拘束状態が異なることから、ずれ耐力もまた試験方法によって異なると思われる。そこで本研究では、引き抜き試験と押し抜き試験を行い、種々の試験方法におけるコンクリート拘束効果について明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

各試験で使用した供試体形状を図-1, 図-2に、供試体名称, 試験条件などは表-1に示す。

従来型の引き抜き試験は、図-1a)に示すようなPBL鋼板の全面をコンクリートで囲んだ供試体(以下、全面供試体)であるのに対して、本研究では、図-1b)に示すように押し抜き供試体に近い形状にするため、1枚の鋼板に2個の孔を設け、2つのコンクリートブロックに分けて、ジベル1孔に対して3面のコンクリートブロックで囲む形状(以下、3面供試体)を製作し、供試体形状の違いがずれ耐力に与える影響を調べる。また、引き抜き試験では、図-1に示すようにアンカービームで反力をとるが、コンクリートブロックとアンカービーム間の摩擦がずれ耐力に影響を及ぼすことが考えられる。そこで、図-1b)に示すようにテフロン板を設置して摩擦を軽減する場合と、ジェットセメントを敷いて摩擦がある場合で実験を行い、ずれ耐力の比較を行う。

押し抜き試験では、供試体底面の摩擦の影響を考慮し、引き抜き試験同様、テフロン板を設置する場合とジェットセメントを敷く場合で実験を行い、引き抜き試験結果との比較を行う。実験で使用したコンクリートの材料特性を表-2に示す。

3. 実験結果と考察

実験結果を表-1に、孔1つ当たりのせん断力-ずれの関係を図-3に示す。ここで、孔1つ当たりのずれ耐力とは、最高荷重をPBL孔数nで除した値である。また、図-4に各引き抜き供試体の最大ずれ耐力時におけるコンクリート表面

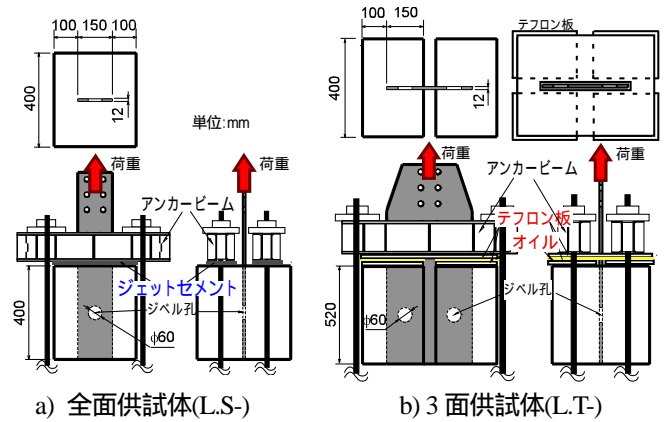


図-1 引き抜き試験供試体形状

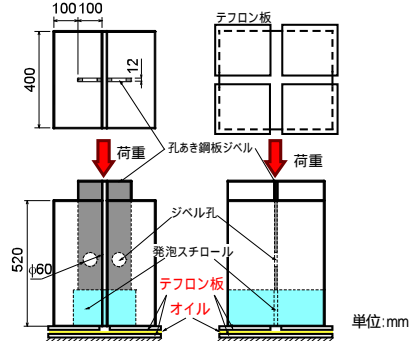


図-2 押し抜き試験供試体形状(S.C-)

表-1 供試体一覧

種類	供試体名	テフロン板	1孔当りの ずれ耐力 kN	最高荷重時 のずれ mm
全面 引き 抜き	L.S-B100-H150 No.1	無	165.0	0.92
	L.S-B100-H150 No.2	無	169.8	1.55
	L.S-B100-H150-T	有	171.0	1.09
3 面 引 き 抜 き	L.T-B100-H150 No.1	無	92.5	0.40
	L.T-B100-H150 No.2	無	78.5	0.43
	L.T-B100-H150-T	有	77.1	0.45
押 し 抜 き	S.C-B100-H100 No.1	無	142.1	1.5
	S.C-B100-H100 No.2	無	138.3	2.2
	S.C-B100-H100-T No.1	有	74.5	0.5
	S.C-B100-H100-T No.2	有	81.3	0.9

表-2 コンクリートの材料特性

圧縮試験結果			引張試験結果	
弾性係数 (Mpa)	ポアソン比	圧縮強度 (Mpa)	引張強度 (Mpa)	
26608	0.18	36.2	2.64	

のひずみ分布を示す。

まず、引き抜き試験における供試体形状の違いに着目する。図-3に示すように、3面供試体(L.T-)と比べて、全面供試体(L.S-)のずれ耐力は、約1.8倍上昇しているのがわかる。また、図-4から、3面供試体は、かぶり表面で曲げひずみと軸引張ひずみが発生している。従来の押し抜き試験供試体では、PBL

にずれ力が作用すると、孔内コンクリートには、周辺コンクリートを割裂させようとする力（以下、押し広げ力と呼ぶ）が発生し、この押し広げ力によって、かぶりには曲げが作用し、PBL天頂部からかぶりコンクリートにひび割れが生じることはわかっている¹⁾(図-5a)参照)。つまり、3面供試体の破壊メカニズムは押し抜き供試体同様、曲げ変形による崩壊であったと考えられる。一方、全面供試体ではかぶり表面で曲げひずみはほとんど発生しておらず、軸引張ひずみが大きく発生している。これは、押し広げ力に対して、かぶりコンクリートが引張力のみで抵抗して、引張限界ひずみに達すると、かぶり断面で引張割裂破壊が生じ崩壊したと推測される(図-5b)参照)。このように本実験から、供試体形状によってかぶりコンクリートの破壊メカニズムが異なることを確認できた。

次に、境界条件に着目する。全面供試体について、テフロン板を配置した供試体としていない供試体を比較すると、図-3からずれ耐力はほぼ同じであり、図-4からひずみもほぼ同じ分布が得られていることが確認できる。一方、3面供試体では、テフロン有りの供試体はテフロン無しの供試体より、ずれ耐力が約17kN低下していた。また、図-4から、テフロン有りの供試体はテフロン無しの供試体より曲げひずみが大きく発生している。これは、引き抜き試験ではPBL鋼板を上引き抜きの際、供試体上面に配置したアンカービームで反力をとるが、このアンカービームは、押し広げ力によって作用するコンクリートの引張力を拘束することはない。しかし、コンクリートブロックの曲げ変形は拘束することとなる。一方、テフロン板をコンクリートブロックとアンカービームの間に設置すると、テフロン板が押し広げ力による曲げ変形を拘束しないために曲げひずみが大きく発生したと考えられる。従い、この曲げ変形の拘束によってテフロン板を設置しない供試体のずれ耐力が上昇したと思われる。

次に、押し引きの試験方法の違いに着目する。図-3から、テフロン板を設置した押し抜き供試体(S.C-B100-H100-T)と押し抜き3面供試体(L.T-B100-H150-T)のずれ耐力はほぼ等しい結果が得られた。従い、供試体形状、境界条件が同じであれば、押し引きの試験方法に関わらず、ずれ耐力は等しいと判断できる。ところで、ジェットセメントを敷いた供試体(S.C-B100-H100)のずれ耐力は、テフロン板を設置した場合と比べてずれ耐力が約1.8倍上昇していることに気づく。これは、供試体底面のジェットセメントが、コンクリートブロックの曲げ変形と軸方向の変形の両方を拘束するために非常に大きなずれ耐力が得られたと考えられる。このように、PBL

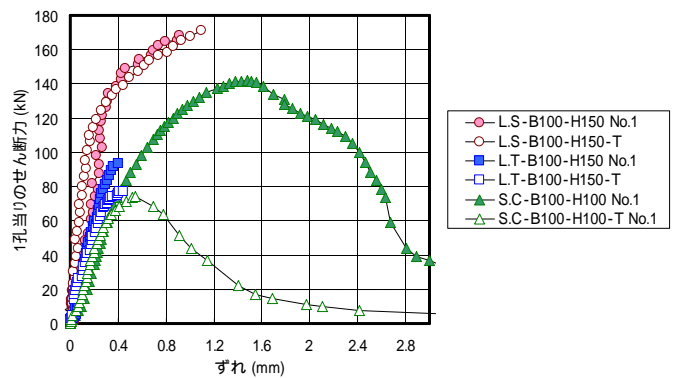


図-3 1孔当りのせん断力-ずれ関係

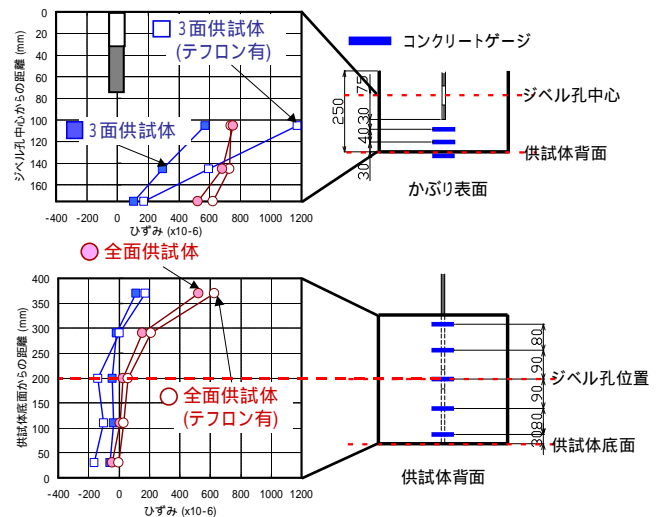


図-4 最大ずれ耐力時のコンクリート表面のひずみ分布

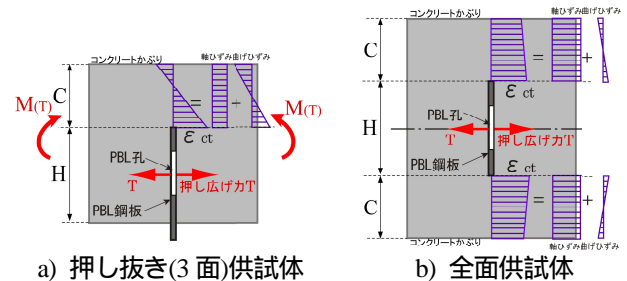


図-5 押し広げ力に対するかぶりの抵抗

のずれ耐力は、境界条件に大きく影響される。そのため、正確なずれ挙動を把握するには、境界面におけるコンクリートブロックの拘束を除去する配慮が必要である。

4. 結論

実験より、供試体形状によって破壊メカニズムが異なること、境界条件がPBLのずれ耐力に大きな影響を与えることを明らかにした。今後、これら試験条件の違いによるコンクリート拘束効果を考慮したずれ耐力評価を適切に行うことが重要であると思われる。

参考文献

- 1) 藤井堅, 岩崎初美, 深田和宏, 豊田正, 藤村伸智: 孔あき鋼板ジベルの終局ずれ挙動とコンクリート拘束因子, 土木学会論文集, Vol.64, No.2, pp502-512.