

アンボンドブレースの適用範囲拡大

Expansion of the applicable range of Unbonded braces

① はじめに

アンボンドブレース(以下 UBB と称します)は中心鋼材と座屈拘束材と呼ばれるモルタル及び鋼管からなり、圧縮荷重作用時に座屈しないことから引張・圧縮耐力がほぼ同等で、安定した弾塑性履歴を示します(図1)。1980年代に当社が開発以来、国内外で累計10万本以上の販売実績があり、幅広い分野・用途で採用いただいております(図2)。国内では主に BA ランクの筋交い材(耐震要素)として使用される耐震用と履歴減衰型の制振部材(ダンパー)として使用される制振用に分類され、試験実績や技術検討内容などを基に日本建築センター(以下 BCJ と称す)から技術評価(評定)を受けています。ここでは、UBB の大軸力領域への適用範囲拡大に向けた実大実験及び BCJ 評定の適用範囲拡大について紹介します。

② 大軸力 UBB の要求性能と試験結果

2.1 アンボンドブレースの要求性能

BCJ 評定では耐震用・制振用それぞれに求められる性能クライテリアを發揮することを載荷試験により確認することが前提となっています。耐震用 UBB の性能としては、塑性化部歪2.0%相当の引張-圧縮の軸変形に対してブレースに座屈などの不安定な現象が生じず、安定した弾塑性履歴を示すことが求められます。制振用 UBB の性能としては、塑性化部歪3.0%相当の引張-圧縮の軸変形に対して安定した挙動を示すことに加え、履歴減衰型のダンパーとして十分な疲労性能が求められます。

2.2 試験結果

表1に試験体一覧及び試験結果概要を示します。中心鋼材はいずれも日本製鉄(株)製であり、耐震用で

は従来使用されてきた SN490B 材に加え TMCP 鋼である BT-HT385B 材(F 値385MPa)及び BT-HT440B-SP 材(F 値440MPa)を用いました。制振用では従来使用されてきた BT-LYP225に加え、新たに SN490B-UBB 材の試験を実施しました。本材料は、JIS 規格上は SN490B 材ですが、降伏点の下限値を、SN490B 規格の295MPa(40mm 超)から360MPaに引き上げた鋼材です。なお、本試験体はいずれも中心鋼材の切断による熱影響部を除去せずに組立を行いました。

試験は中国・同済大学にある最大引張・圧縮荷重 20,000kN の1軸試験機及び、台湾内政部建築研究所にある最大引張荷重15,000kN、最大圧縮荷重 30,000kN の1軸試験機を用いて実施しました(図3)。載荷は塑性化部歪 $\pm 3.0\%$ もしくは $\pm 3.5\%$ までの漸増繰り返しとし、明瞭な荷重低下がみられるまで載荷を継続しました。

各試験で得られた応力-歪関係例を図5に示します。いずれの試験も中心鋼材の破断直前まで安定した紡錘形の履歴を示しており、十分な性能を發揮しました。

③ BCJ 評定の更新内容

上述の載荷試験を含む試験実績を基に BCJ 任意評定の適用範囲の拡大を行いました。特に大軸力領域および高強度材の試験実績の拡充に伴い、降伏軸力の適用範囲上限を20,000kN まで拡大するとともに、耐震用では BT-HT385B 材(大臣認定番号：MSTL-0413)及び BT-HT440B-SP 材(大臣認定番号：MSTL-0120)が、制振用では SN490B-UBB 材が新たに中心鋼材の使用材料に加わりました(表2)。また、中心鋼材の板厚は耐震用で100mm まで、制振用では80mm(但し LY225は規格上50mm が上限)までが使用可能となりました。

さらに、板厚40mmを超える厚板が使用可能となったことで、厚板切断時の入熱による鋼材の疲労性能低下を考慮し安全側に制振用の疲労性能曲線(Manson-Coffin式)を以下のように新たに定義しました。

【疲労性能曲線(Manson-Coffin式)】

中心鋼材の板厚40mm以下、もしくは板厚40mmを超え、切断による熱影響部を除去した場合(従来式)

$$N_f = \left(\frac{\epsilon_f}{20.48} \right)^{-\frac{1}{0.49}} \quad (1)$$

中心鋼材の板厚40mmを超え、切断による熱影響部を除去しない場合

$$N_f = \left(\frac{\epsilon_f}{16.5} \right)^{-\frac{1}{0.49}} \quad (2)$$

疲労性能曲線((1)式及び(2)式)、上述の制振用UBB大軸力試験結果及び、既往の試験結果(いずれも板厚40mm以下)より得られた疲労性能を図6に示します。疲労性能曲線と試験結果はよく一致しており、大軸力UBBであっても従来のアンボンドブレースとほぼ同等の性能を有していることが確認できます。



図1 UBBの基本コンセプト



図2 UBB適用例



図3 台湾内政部・建築研究所試験機

表1 アンボンドブレース試験体一覧及び結果概要

タイプ	降伏軸力 kN	芯材					鋼管	試験結果	
		材質	形状*	板厚 mm	幅 mm	芯材長さ mm		累積塑性歪 Σεp (%)	破壊時のサイクル
耐震	9,251	SN490B	+	80	236	3,800	□-400x400x9	227.4	15(3.5%歪)
	9,671	BT-HT385B	+	80	197	3,800	□-400x400x9	170.1	10(3.5%歪)
	9,786	BT-HT440B-SP	+	80	176	3,800	□-400x400x9	111.5	5(3.0%歪)
制振	10,230	SN490B-UBB	+	65	250	4,216	□-400x400x16	156.7	11(3.0%歪)
	10,200	SN490B-UBB	-	75	351	4,944	□-550x550x19	176.1	13(3.0%歪)
	8,820	BT-LYP225	+	40	主芯材: 630 副芯材: 390	2,688	□-1137x726x16	230.1	17(3.0%歪)



〈＋タイプ〉



〈－タイプ〉

図4 中心鋼材の断面形状

* 図4参照

表2 BCJ 評定における UBB 降伏軸力の適用範囲

タイプ	材質	状態	UBB降伏軸力の適用範囲(kN)										
			2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	
制振用	LY225	従来	←→					7,740kN					
		更新後	←→ 13,838kN										
	SN490-UBB	従来	BCJ評定適用範囲外										
		更新後	←→ 20,000kN										
耐震用	SN490B SN400B	従来	←→					11,180kN					
		更新後	←→ 20,000kN										
	BT-HT440B-SP BT-HT385B	従来	BCJ評定適用範囲外										
		更新後	←→ 20,000kN										

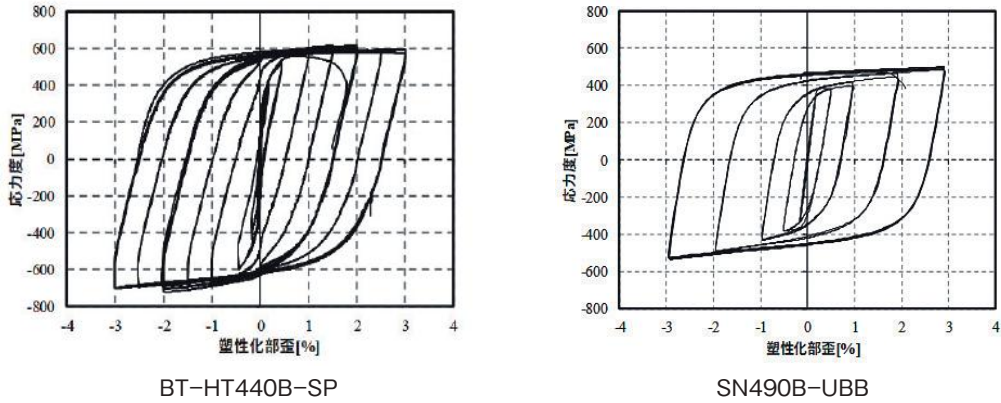


図5 アンボンドブレース応力-歪関係例

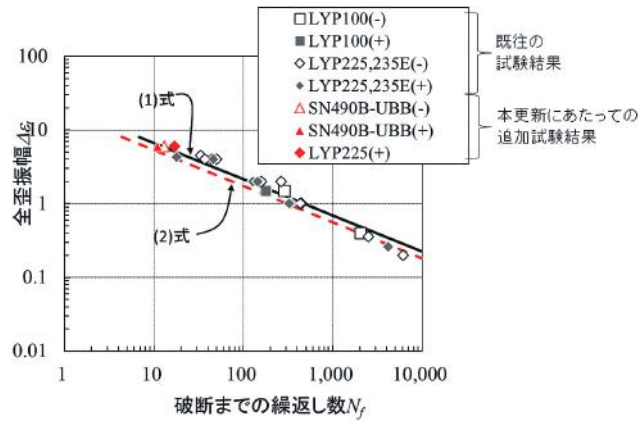


図6 制振用アンボンドブレース疲労性能曲線

4 まとめ

本稿では、アンボンドブレースの大軸力領域への適用範囲拡大について報告いたしました。今後は拡大した適用範囲を活かし、近年高層化する建物に本商品をより普及させていきたいと考えております。

お問い合わせ先
 都市インフラセクター 建築本部
 鋼構造営業部 免制震デバイス営業室
 TEL 0120-57-7815