

広島空港における制震ブレースを用いた人工地盤建設のコスト縮減*

国土交通省 正会員 久米 英輝

1. はじめに

広島空港は、平成5年10月に供用が開始された、世界と中・四国地方を結ぶ国際交流の拠点空港であるが、霧の発生による欠航・ダイバート(着陸地変更)等が課題となっており、この課題を解決するため、広島空港では計器着陸装置の高カテゴリー化を進めている。現在用いているCAT- からCAT- aに移行することによるこれらの課題の解消が期待されている。

3. CAT- a 整備事業の概要

CAT- a 整備事業の主な工事は、電波高度計用地の造成と灯火・無線装置の整備であり、広島港湾・空港整備事務所が担当している事業は、電波高度計用地の造成事業である。電波高度計用地の地盤形式は、盛土形式と比較して、工事費の大幅な削減が可能であることから人工地盤形式を採用した。人工地盤の具体的な構造は、平成15年から種々の検討を重ねて、上部工形式はグレーチング床版、下部・基礎工形式は、トレスル橋脚及び深層杭工法を選定した。その他にも、上部・下部の構造並びに施工方法について種々の検討を行ってきたが、本論文では特に、最新の技術を取り入れ、最もコスト縮減に効果があった、制震ブレースについて説明を行う。図1に人工地盤を用いた電波高度計用地の完成イメージと制震ブレースの取り付け位置を示す。

4. 制震ブレースの概要

(1) 制震ブレースの概要

制震ブレースは、橋脚等の斜材に取付けて、地震時に鋼材が塑性変形することで、地震のエネルギーを吸収する装置である。断面が十字形をした鋼製のしん材の周囲に、箱断面の座屈拘束管を取付けた構造で、地震時にしん材が降伏して地震のエネルギーを吸収するとともに、座屈拘束管で座屈しない仕組みになっている。図2に制震ブレースの構造図を示す。国内で橋梁に初めて採用したのが2004年12月に完成した広島県安芸太田町の

キーワード：人工地盤 制震ブレース 耐震強化
 連絡先：〒734-0011 広島市南区宇品海岸3-10-28
 広島港湾空港整備事務所 企画調整課
 TEL：082-254-7906

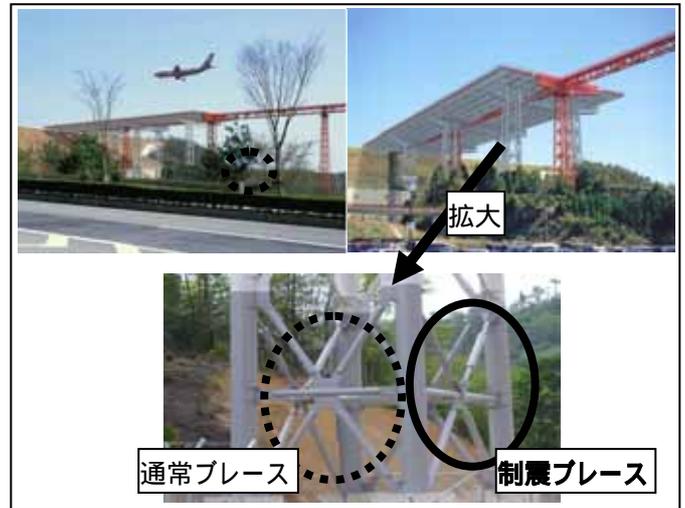


図1 人工地盤形式による電波高度計用地の完成イメージと制震ブレースの取り付けの様子

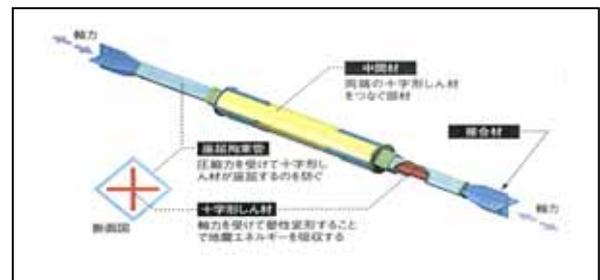


図2 制震ブレースの構造図

王渡橋である。建築物では多くの施工実績があるが、橋での採用はあまり例がなく、人工地盤での採用は初めてのケースである。

(2) 制震ブレースを用いることによる効果

表-1に免震対策有り・無しの場合におけるレベル2地震応答値の解析結果を示す。左側が免震対策無しの場合で、右側が免震対策有りの場合である。固有周期には、差異は認められないものの、レベル2地震応答値では、

応答加速度は、	2,029Gal	573Gal
最大変位は、	685mm	454mm
軸力	-22,756kN	-6,710kN
曲げモーメント	1,361kNm	287kNm
鋼重(PA2の場合で)	530ton	255ton

となり48%の鋼重減が確認できる。制震ブレースの採用により鋼材のコストが大幅に削減されることが分かる。

表 1 制震ブレース採用効果の試算結果

比較項目		単位	免震対策なし		免震対策あり	
固有周期	1次	sec	橋軸方向	橋直角方向	橋軸方向	橋直角方向
	2次	sec	0.655	1.155	0.655	1.155
	3次	sec	0.534	0.471	0.534	0.471
		sec	0.372	0.329	0.372	0.329
レベル2 地震応答値	応答加速度	Gal	2029		573	
	最大変位	mm	685		454	
	軸力	kN	-22,756		-6,710	
	曲げモーメント	kNm	1,361		287	
柱断面	鋼管径×板厚	mm	1200×13		700×12	
脚重量	PA2	ton	530		255(48%)	

5. 制震ブレースの性能確認試験

(1)性能確認試験の確認項目

設計で設定した制震ブレースの性能が実現出来るかを確認するため、実物と同じ供試体を用いて性能確認試験を実施した。性能確認試験における確認項目は、次の3点とした。

- 累積塑性変形倍率が700以上あること
- 解析仮定履歴と試験部材履歴が一致すること
- 試験後に溶接部及び母材の亀裂が無いこと

(2)性能確認試験の試験手法

性能確認試験における試験手法は次の通りとした。
試験対象部材:PA3 橋脚橋軸直角面の最上段と最下段の耐震ブレース LP2-DV1 及び DV13

供試体数:2種類×3体の計6体

試験項目:準静的載荷試験と疲労載荷試験

準静的漸増繰返し載荷試験を行った後、疲労載荷試験を行う。載荷は、十字心材の平均歪みを基にした変位制御で行い、漸増繰返し載荷では、片振幅で0.5%,1.0%,1.5%の漸増とし、各振幅で3サイクルの繰返しとした。疲労載荷では、一定振幅とした。

(3)性能確認試験の結果

まず、図3に準静的漸増繰返し載荷試験の結果を示す。0.5%,1.0%,1.5%歪みの全てで最大応力が、低降伏鋼の降伏点225Mpa近辺となっていることが確認できた。

次に、図4に疲労載荷試験の1.5%歪み制御の結果を示す。累積塑性変形倍率は目標値の700を超えることが確認できた。

次に、図5に、解析仮定履歴と載荷試験の結果の比較を示す。DV-1,DV-13の両部材において一致していることが確認できた。

最後に、写真1,写真2に載荷試験後の亀裂確認を行った写真を示す。確認の結果、1体のみ十字心材の長さ方向の中間点で、溶接ビードの継ぎ点において小さな

亀裂が確認された。そのため、制震ブレース組立前に、全数ビード仕上げすることとした。

以上の確認試験の結果、制震ブレースの性能が確認されたため、橋脚の免震対策として採用することとした。

6. 工事の進捗状況

人工地盤の整備は既に完了し、現在大阪航空局による電子機器等の整備が行われている。供用目標の平成20年に向け、鋭意努力している次第である。

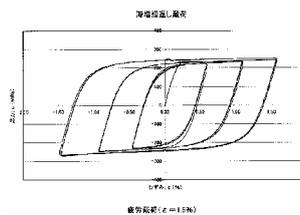


図3 漸増繰返し載荷試験結果

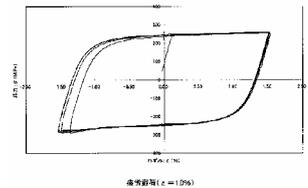


図4 疲労載荷試験結果

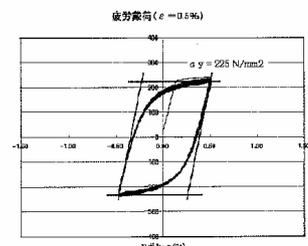
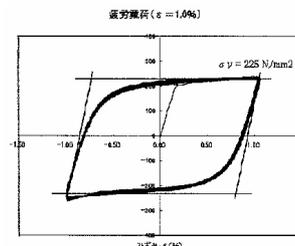


図5 解析仮定履歴と載荷試験の結果の比較



写真1 試験状況



写真2 試験後の状況