

東京国際空港における滑走路オーバーラン対策 について -国内初となるアレスティングシステムの設置-

宮崎 純

関東地方整備局 東京空港整備事務所 第六建設管理官室 (〒144-0041 東京都大田区羽田空港3-3-1) .

東京国際空港（羽田空港）では、2020年までに年間発着枠を約4万回拡大することとしており、そのための手段の一つとしてA滑走路北側からの進入が計画されている。北側進入にあわせA滑走路南側でのオーバーラン対策が必要となるが、必要な用地の確保が困難なことから、国内初となるアレスティングシステムの設置により対策をとることとした。今回の発表では、アレスティングシステムの概要や施工上の課題について発表する。

キーワード 東京国際空港, オーバーラン, アレスティングシステム, 国内初

1. はじめに

羽田空港は、国内航空交通の中心として国内49空港との間に1日約500往復、国際航空交通では海外31都市との間にネットワークが形成され、国内・国際総旅客数で年間約8,500万人が利用する空港である。

豊富な国内航空ネットワークを通じた国内各地域への経済効果の波及を図るほか、訪日外国人旅行者4,000万人の政策目標の達成に向け、更なる機能強化を図ることが必要となっている。このため、羽田空港における飛行経路の見直しによる年間発着枠の拡大に向けて、A滑走路の北側進入を進めることになった。



写真-1 羽田空港施設概要図

羽田空港の年間発着枠は、平成22年10月に4本目の滑走路供用後、44.7万回まで拡大されたが、国の予測によると2020年代前半には首都圏空港の航空需要は、羽田空港と成田空港を合わせた現在の処理能力約75万回のほぼ限界に達する見込みとなっている。

日本の空の玄関口である首都圏空港については、諸外国とのヒトとモノの交流を一層活性化させることにより、さらなる首都圏の国際競争力の向上、

2. 滑走路端安全区域長の基準改定

航空機が離着陸する際に、滑走路を超えて走行し停止する「オーバーラン」または航空機が着陸時に滑走路手前に着地してしまう「アンダーシュート」を起こした場合に航空機の損傷を軽減させるため、滑走路の両端に滑走路端安全区域（以下、RESA）を設けることとされており、必要な長さは、空港土木施設の設置基準・同解説（以下、基準）により規定されている。

これまでのRESA長は旧基準により40mとなっており、国内の多くの既存空港では旧基準で整備されてきた。

その後、平成22年にICAO（国際民間航空機関）のUSOAP（安全監視監査プログラム）の勧告において、RESA長の見直しが示された。これを受け、我が国においても平成25年に基準を改定し、既存空港も含めてすべての空港に基準を適用することとされた。この改定によりRESAについて、可能な限り広範囲な用地の確保に努めるものとされ、計器着陸用滑走路では、滑走路長1,200m以上の場合、240mの確保が望ましいが、最小の値として90mが示された。

なお、既存の空港においてRESAの長さおよび幅が

最小値を満たしていない場合は、RESAの性能を満足するための対策を順次実施することとされた。

また、RESAの最小長さ90mが確保できない場合、代替措置として、アレスティングシステムを設置した場合は、RESA長を40mまで縮小できるとされた。

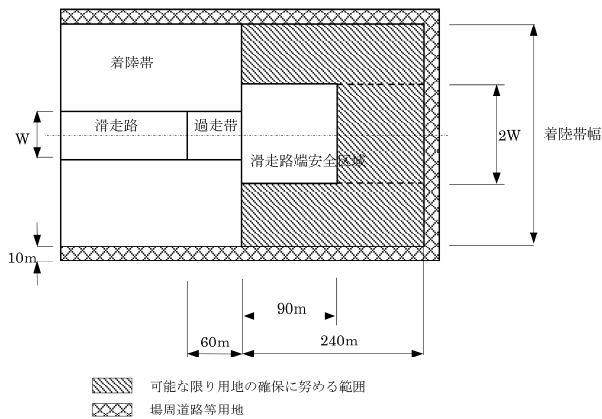


図 - 1 滑走路端安全区域の長さおよび幅

3. 羽田空港での検討（アレスティングシステムの採用）

羽田空港A滑走路南側のRESA長は、旧基準の40mで整備されており、現行基準で求められている最小長さの90mを満たしていない。しかし、A滑走路南側は、すぐ先が海となっており、90mに延伸するために必要な用地の確保が困難なことから、RESA長が確保できない場合の代替措置であるアレスティングシステムを設置し、RESA長40mに縮小する計画とした。

アレスティングシステムの設置は、国内空港では例がなく、羽田空港での採用が国内初となる。

4. アレスティングシステムの概要について

アレスティングシステムとは、滑走路をオーバーランした航空機を減速させ、航空機の損傷を軽減させるシステムで、米国で1996年に初めて導入されて以降、米国を中心に海外で整備実績があるが、日本では現在までに導入実績はない。

米国連邦航空局（FAA）が承認しているアレスティングシステムは、ZodiacArrestingSystem社（米国）のEMASMAX®とRunway Safe社（スウェーデン）のGreenEMAS®の2工法のみであり、今回の工事ではGreenEMAS®を採用した。（現時点でZodiac社は、新規アレスティングシステム材料の製造を停止しているため。）

GreenEMAS®はリサイクルガラスを主材料とした粒状の破碎性のある材料（フォームガラス：国内工場での生産可能）を低強度のコンクリート材料（CLSM）で被覆した構造で、2014年に初供用され、現時点で3か国（米国、スイス、フランス）4空港に採用実績がある。

GreenEMAS®は、ベッド成分が圧潰されることにより航空機のエネルギーを吸収する。このエネルギー吸収を可能にする主な素材は、発泡シリカ体であり、これを上部のCLSMやトップコーティング（表層コーティング材）層と組み合わせることにより、ランディングギアに負荷を与えず航空機を減速させる構造となっている。

GreenEMAS®の構造は図-2に示すように、上からトップコート、CLSMスラブ、発泡ガラス、舗装面となっており、全て現場で施工される。

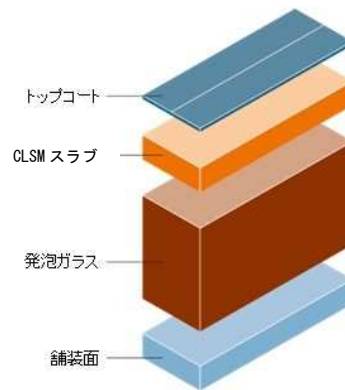


図 - 2 GreenEMASの構成

5. 羽田空港のアレスティングシステム

今回、羽田空港で設置するアレスティングシステムは、写真-2で示す範囲で設置される。



写真 - 2 アレスティングシステム設置位置

形状は図-3、4に示す通り、幅60m、長さ84.5m、厚さは一番厚いところで0.4mで、延長方向に3段階の勾

配を有している。

縦断方向の勾配は、アレスティングシステムの概要で示した通り、航空機に過度な負荷がかからないよう3段階に分かれて勾配の設定がなされている。(図-5 参照)

アレスティングシステムは、既設の過走帯部分と緑地部分にまたがって設置されるため、緑地部分については、盛土造成及び基盤舗装を行った。

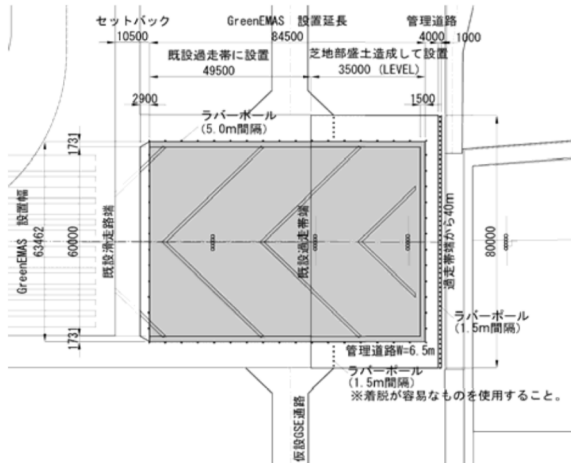


図-3 アレスティングシステム平面図

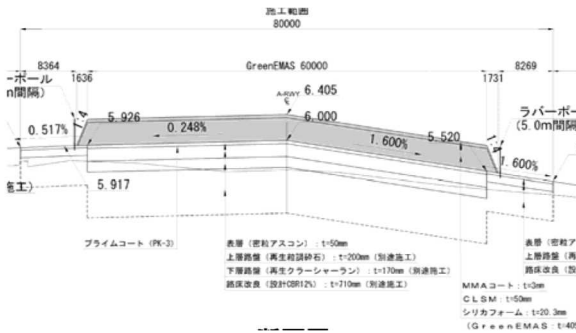


図-4 アレスティングシステム横断面図

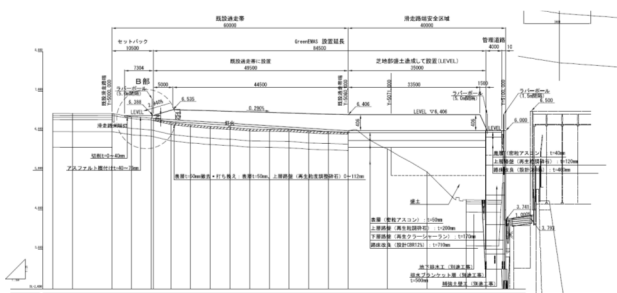


図-5 アレスティングシステム縦断面図

6. アレスティングシステムの施工手順

施工フローを図-6に示す。

アレスティングシステムの施工は、各国が保有する施工機械の状況に合わせて施工できるよう、メー

カー側の配慮がなされている、施工はコンクリート舗装をイメージして頂くと近い。

アレスティングシステムの施工は、日本国内にある一般的な施工機械を用いて施工を行う。施工で一番大きな機械は、フォームガラス投入及びCLSM打設に使用するラフテレーンクレーンとなる。

フォームガラス投入は、大型土のう袋に詰めたフォームガラスをクレーンで吊り上げ、投入場所にて土のう袋を裂いて投入を行う。投入後は、人力にて敷均した後に、機械により転圧を行う。

CLSMは、コンクリートポンプ車による圧送では、所定の強度が確認できなかったことから、ホッパーによる投入とした。打設の能力は落ちるが、1日の目標施工量はクリアできた。

なお、アレスティングシステムの施工時は、スウェーデンからメーカーの社員が派遣される。



図-6 アレスティングシステム施工フロー



写真-3 フォームガラス投入状況



写真 - 4 CLSM打設状況

7. アレスティングシステム施工の課題

アレスティングシステムの施工にあたり、以下の課題が抽出された。

- ・国内初の施工
- ・施工管理における社外秘項目の確認
- ・施工中の残置物の安全性の証明

(1) 国内初の施工

当然ながら、今回の施工者（国内業者）はアレスティングシステムの施工経験がない。このため、施工に当たりモックアップを作成し、施工手順の確認や所定の厚さが確保できるかといった試験施工を行う事がメーカーから示され、今回は、羽田空港の敷地内で試験施工を実施した。試験施工にあたっては、本施工と同様にメーカーの社員が派遣され、作業手順の確認や助言を受けながら作業を行った。

試験施工を行った結果、メーカーから、フォームグラス充填時の高さ明示、CLSM仕上げ時の方法などについての助言とともに、「元請け、下請けともに熱心にそして十分に理解して作業を行っており、作業が良好に行われた。」といった主旨の感想が述べられた。



写真 - 5 モックアップ全景

(2) 施工管理における社外秘項目の確認

アレスティングシステムは、通常、設計から施工までパッケージで提供されており、メーカーから発

行される要求性能確認済証にて性能の証明とされており、海外ではメーカーの下に施工会社がぶらさがる体系で施工されるが、本工事では、国内の一般の工事と同じく、施工会社と請負工事として契約しており、施工会社の下にメーカーがぶら下がる体系となっており、元下関係が海外と逆転している。

このため、海外においては、メーカーが確認している施工管理項目を、日本では元請けである施工会社及び発注者が確認するという行為が必要になる。

施工管理内容の検討にあたり、メーカーに品質管理及び出来形管理について、管理項目及び規格値の提示を求めたが、品質管理の規格値については社外秘として提示がなされなかった。発注者として何も確認せずに引き取りは出来ないため、品質確認方法を検討する必要が生じた。

そこで、フォームグラス及びCLSMの厚さ等の出来形管理については施工会社が行い、品質保証については、メーカーが試験を行い品質を満足していることの確認を行い、最終的に発行される要求性能確認済証[※]の提出をもって、品質保証を行うようにした。発注者が通常行う立会確認としては、メーカーの試験に立ち会って、合格していることを確認することとした。

※品質管理について、施工会社およびメーカーは日々の確認記録はとるが、公開はされず、最終的に各材料ごとに要求性能確認済証が発行される。

工程	種別	材料、 施工別	試験(測定)項目	試験(測定) 方法	試験(測定) 頻度	規 格 値	備 考
ア レ ス テ ィ ン グ シ ス テ ム 工	目地(伸縮目地、施工目地)	材料	RWS社が指定した項目				1. 材料(フォームグラス、CLSM以外) 施工者は、メーカーカタログ(試験成績書)等をRWS社に提出し、使用の許可を得る。確認後、RWS社の要求性能確認済証(押印・サイン)を付したメーカーカタログ(試験成績書)を発注者に提出する。
	トップコート	材料	RWS社が指定した項目 (アクリルコート、ポリマーコート共)				
		施工	塗布回数				2. 材料(フォームグラス) RWS社が試験を行い要求性能を満足していることを確認する。施工者はRWS社から要求性能確認済証(各種試験の数値データの記入はなし)を受領し、発注者に提出する。
	フォームグラス	材料	RWS社が指定した項目				3. 材料(CLSM) RWS社が配合計画、試験を行い自身で規定した要求性能を満足していることを確認する。施工者はRWS社から要求性能確認済証(各種試験の数値データの記入はなし)を受領し、発注者に提出する。
		施工	締詰め試験				
		施工	密度試験				4. 施工 各種試験をRWS社が求める頻度で実施し、RWS社が規定する規格値(数値非公表)を満足していることをRWS社が確認する。施工者はRWS社から要求性能確認済証(各種試験の数値データの記入はなし)を受領し、発注者に提出する。
		施工	圧縮強度試験				
	CLSM	材料	配合計画(圧縮強度)				
		材料	配合計画(曲げ強度)				

図 - 7 アレスティングシステム品質管理項目

(3) 施工中の残置物の安全性の証明

通常空港では、航空機の安全確保のため、滑走路等に残置物を置くことは許可されないが、アレステ

イングシステム施工中は、仮設ブラストフェンス、溝形鋼、CLSM型枠材（角鋼管及び木材）が仮設物として残置される。

施工にあたり、これらの安全性の証明を航空局に示す必要があり、メーカーに確認しつつ、安全性の証明を整理した。

仮設ブラストフェンスは、脆弱性を持たせた構造としてメーカーにて設計されており、航空機が衝突した際に容易に破損するため安全性が確認された。

溝形鋼については、アレスティングシステムの構成部材であるが、施工途中では舗装面にむき出しの状態となることから安全性の確認を求められた。

溝形鋼は厚さ2mmの部材であるため航空機が通過する際に容易に破損すると考えられるが、定量的な証明が難しいため、別の視点でも安全性の証明を行った。メーカーは、アレスティングシステムの設計にあたり配慮を行っており、FAAにて安全と規定されている3インチ以下の高さの部材を用いることとしていた。溝形鋼は高さ3インチ以下であるため安全性が確認された。

CLSM型枠材については、施工会社の工夫により、3インチ以下の高さの部材で対応できる方法を考え出した。（図-8 参照）

以上により、施工中の残置物の安全性が確認され、施工の了承を得た。

8. おわりに

アレスティングシステムの国内初施工ということで、始まるまでは大きな不安があったが、メーカーが各国の状況にあわせて施工できるよう配慮していることもあり、大きな問題は生じていない。

現在、アレスティングシステムの施工は後半にさしかかっており、天候の心配はあるが順調に進んでいる。このまま無事に完成させたい。

今回述べたように、国外でのやり方を日本に持ってきた場合に、どのように納めるのかという点が大きな課題であったと感じている。

今後、維持管理も手探りで進めていくことになるが、こちらは維持管理を行っていくことになる航空局の手腕に期待したい。

メーカーとのやりとりは施工会社である大成建設（株）が行っている。この場で感謝を述べる。

最後に、今後、国内でアレスティングシステムが導入される際の参考になることを願い終わりの言葉とする。

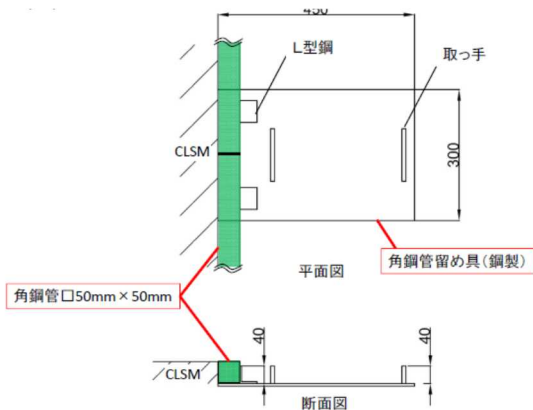


図 - 8 CLSM型枠構造図