

# 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-

関東地方整備局 東京空港整備事務所  
第六建設管理官室 建設管理官 宮崎 純

## 1. はじめに

東京国際空港（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・国際の総旅客数で年間約 8,500 万人が利用する空港である。



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、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。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方法、施工上の課題について紹介するものである。

## 2. アレスティングシステム導入の背景

### 2-1. 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。

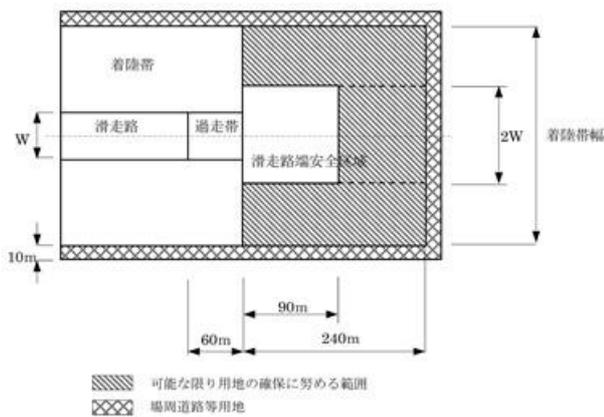


図 - 1 滑走路端安全区域の長さおよび幅

## 2-2. 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。

## 3. アレスティングシステムの概要について

### 3-1. アレスティングシステムの概要

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導入実績はない。

減速のメカニズムは、アレスティングシステムに航空機が進入した際、アレスティングシステムが壊れ抵抗となることにより航空機を減速させるものである。



写真 - 2 アレスティングシステムによる拘束事例  
※ 写真は ZODIAC AEROSPACE 社

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、Zodiac AEROSPACE 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。（検討を行った H30.7 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たため。）

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羽田を除き 5 か国（アメリカ、スイス、フランス、イギリス、ドイツ）6 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、フォームガラスであり、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、フォームガラス、舗装面となっており、ジオグリッドと溝形鋼により固定され、全て現場で施工される。

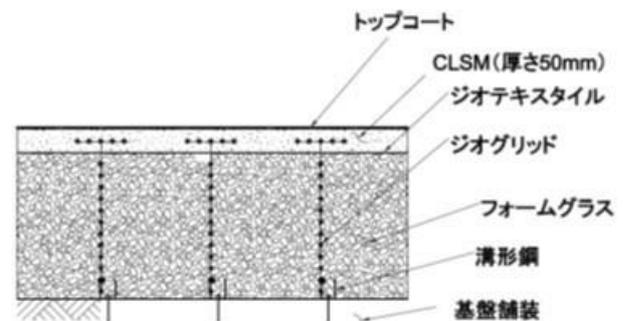


図 - 2 GreenEMAS の構成

### 3-2. 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-3 で示す範囲で設置される。

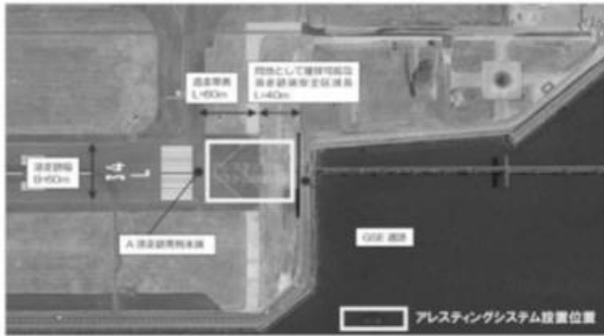


写真-3 アレスティングシステム設置位置

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、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)

今回設置した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たため、緑地部分については盛土造成及び基盤舗装を行った。

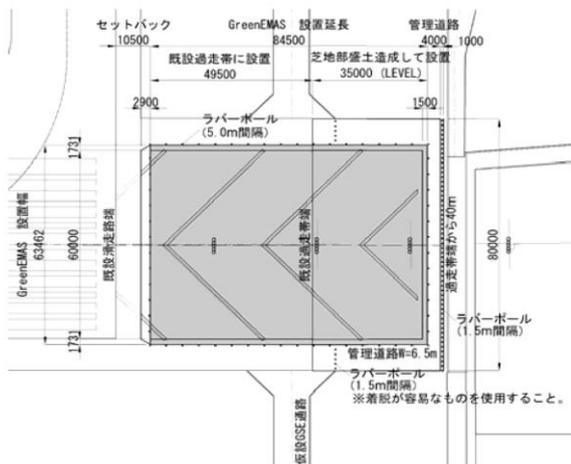


図-3 アレスティングシステム平面図

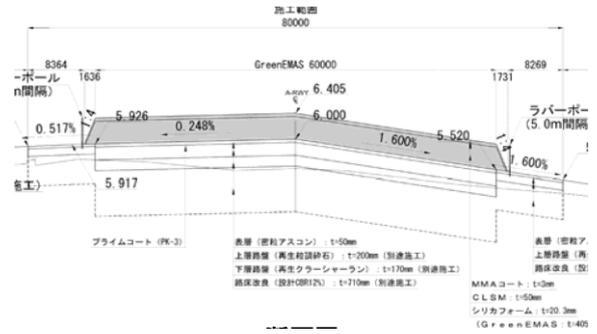


図-4 アレスティングシステム横断面図

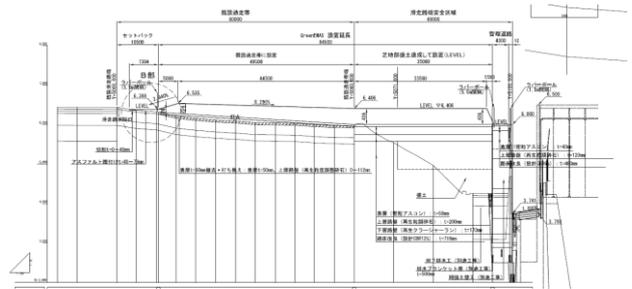


図-5 アレスティングシステム縦断面図

### 3-3. 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路盤材をフォームグラス、コンクリートをCLSMに置き換えて頂くと近い。



図-6 アレスティングシステム施工フロー

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った。施工で一番大きな機械は、フォームグラス投入及びCLSM打設に使用するラフテレーンクレーンとなる。

フォームグラス投入は、大型土のう袋に詰めたフォームグ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。転圧は、小型の転圧機で1度だけ振動をかけて転圧したあと、ロードローラーにて転圧を行い、所定のフォームグラス厚さを確保する。

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、メーカーの社員が派遣され指導・確認が行われる。

施工状況を写真-3～11に示す。



写真 - 3 仮設ブラストフェンス設置状況



写真 - 4 アンカー打設状況



写真 - 5 溝形鋼・ジオグリッド設置状況



写真 - 6 排水管敷設状況



写真 - 7 フォームグラス投入状況



写真 - 8 フォームグラス転圧状況



写真 - 11 トップコート塗布状況



写真 - 9 ジオテキスタイル敷設状況



写真 - 10 CLSM打設状況

### 3-4. 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
- ・仮設材の残置不可

#### (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（写真-12）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、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。

試験施工のおかげで、本施工では大きな問題もなく施工を終えることができた。



写真 - 12 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、メーカーが施工管理を行っている。(契約もメーカーが頭となる。) 今回の工事では、国内の一般の工事と同じく、施工会社と請負工事を結んでおり、施工会社が施工管理を行う必要があった。(施工会社の下にメーカー)

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。

そこで、フォームガラス及び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とすることにした。発注者が通常行う立会確認としては、メーカーの確認に立ち会って、合格していることを確認することとした。

### (3) 仮設材の残置不可

供用中の滑走路であることから、施工場所に障害物の残置はできない。このための工夫が必要となったが、その1つとして非常に面白いものを請負者が考案したので、紹介する。

フォームガラス投入前に、ジオグリッドを垂直に立てる必要があるが、ジオグリッドは自立しない。そのため鋼板を使った治具(写真-15)で保持させることとし、施工の都合により滑走路供用中も治具を残置することを考えていたが、障害物となってしまふことから、別の対応が必要となった。木製で同様の治具を考えたがこれも不可とされた。悩んだ結果、最終的に、溝形鋼に取り外し可能なポールを取り付ける方法を考案した。溝形鋼に差し込み90度ひねることで簡単に脱着でき、確実に保持できる構造となっており、この施工にぴったりの方法であり元々こうするように考えられていたのではと思うほどであった。

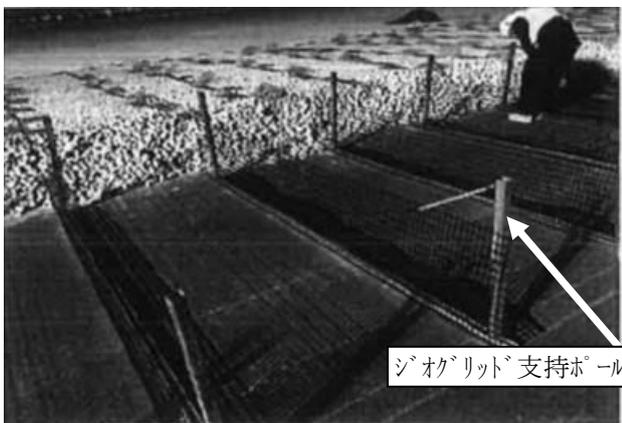


写真 - 13 ジオグリッド支持ポール



写真 - 14 ジオグリッド支持ポールはめ込み部分

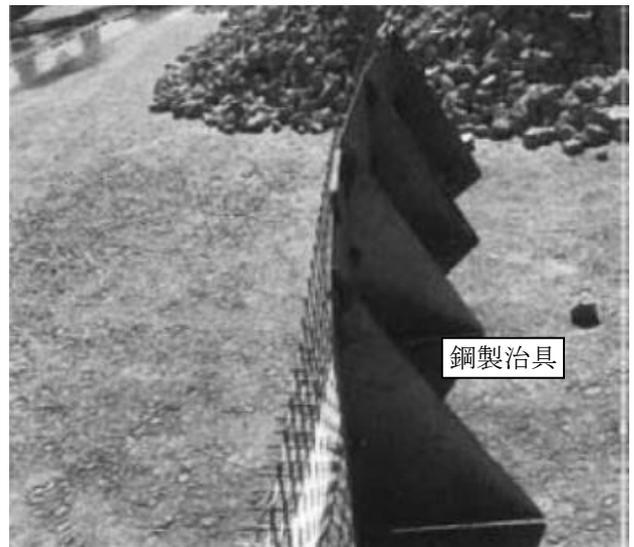


写真 - 15 当初想定していた治具のイメージ

## 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、大きな問題を生じることなく施工を終えることができた。

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。今回の事例が、国内での今後の施工に役に立てばありがたい。

メーカーとのやりとりも含め、国内初のアレスティングシステムの施工を無事やりとげた大成建設(株)に感謝したい。