الجامعة الوطنية الخاصة
Al-Wataniya Private University
كلية الهندسة المدنية

関西国際空港

Kansai International Airport

مطار كانساي الدولي

إعداد الطالبة : رزان خالد الهزاز

بإشراف

د.م. نور الدين محمد خلف

✈ المقدمة: لمحة عن مطار كانساي الدولي

مطار كانساي الدولي (関西国際空港, Kansai Kokusai Kūkō)

(IATA: KIX, ICAO: RJBB)

هو مطار دولي يقع على جزيرة اصطناعية في وسط خليج اوساكا في اليابان

34°25′50″N 135°13′49″E

- يعد **أطول مبنى مطار في العالم** (1.7 كم) ، منذ أكثر من **20 عامًا**.
- هذا الإنجاز الهندسي المذهل بُني على **جزيرته الاصطناعية الخاصة**، التي تم إنشاؤها من مواد بناء مأخوذة من ثلاث جبال محيطة بالمنطقة وملايين الأمتار المكعبة من الخرسانة.
- افتتح عام **1994**، و تم إنشاء مدرج ثان في عام **2007** و أيضاً يعاد تأهيل بعض أجزائه ليكون جاهزاً لاكسبو أوساكا/كانساي عام **2025 ويُعد المطار تحفة معمارية وهندسية في جميع جوانبه.**

✈ الهدف من بناء المطار

في أواخر **الثمانينيات (1980)**، سعى المهندسون والمخططون إلى إيجاد طريقة لإنعاش منطقة **كانساي 関西** في اليابان، حيث كانت غير قادرة على مواكبة نمو التجارة و التصدير في **طوكيو東京**.

أدت الاحتجاجات المتزايدة من سكان المنطقة بسبب ضوضاء المطارات لإجبار المهندسين على بناء جزيرة للمطار و إبعاده عن المناطق السكنية .

تم اختيار موقع يبعد 38 كيلومترًا (24 ميلاً) جنوب غرب محطة أوساكا 大阪.

➢ أعمال البناء ركزت في البداية على الجزيرة الأولى، التي اكتمل إنشاؤها في عام 1994. أما الجزيرة الثانية، فلم تكتمل حتى عام 2007

✈ التحديات التي واجهت إنشاء المطار:

- ❖ عمق المياه : 18 متراً
- ❖ قاع المياه الطيني القابل للانضغاط
- ❖ هبوط الجزيرة الاصطناعية
- ❖ الأعاصير و الزلازل و التسونامي
- ❖ ربط البنية التحتية لليابسة مع المطار
- ❖ التكلفة العالية جداً (وصلت 20 Bil)

✈ بناء الجزر الاصطناعية: استثمار المساحة البحرية:

- أول مطار في العالم مبني بالكامل على **جزيرة اصطناعية**
- **الجزيرة الاصطناعية A** بطول **4** كيلومترات وعرض **2.5** كيلومتر
- على يد المهندس المعماري الإيطالي **رينزو بيانو**، الذي ابتكر هيكلًا انسيابيًا يقلل من مقاومة الرياح.
- تحمل كل من الجزيرتين مدرجًا ومحطة ركاب.

✓مقارنة بين الجزيرتين :

	الجزيرة الأولى	الجزيرة الثانية
سنة الإنشاء	1994	2007
المساحة	511 هكتار	535 هكتار
طول المدرج	3500 متر (اسفلتي)	4000 متر (اسفلتي)
ترقيم المدرج	06R/24L	06L/24R

✈تاريخ اليابان في تأهيل و استصلاح الأراضي كموارد وطنية:

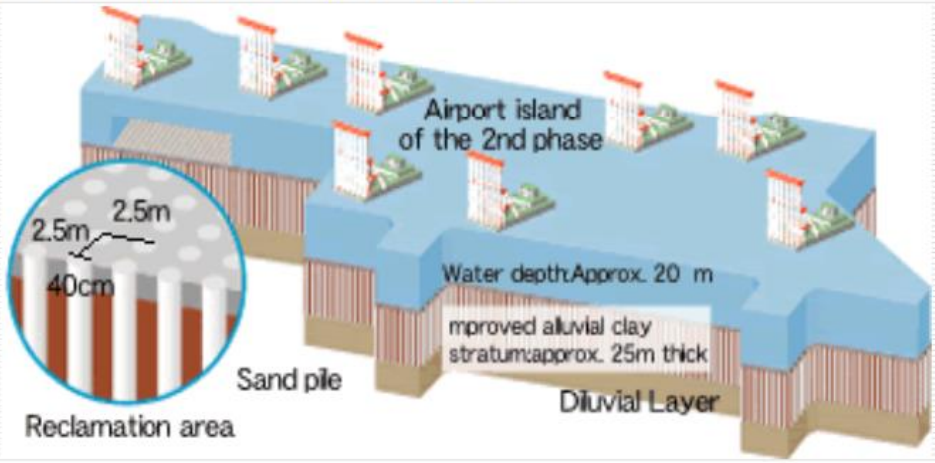
هناك تاريخ طويل من استصلاح الأراضي في اليابان، حيث تكون الأراضي نادرة (ومكلفة) .

يعود ذلك إلى **فترة إيدو (1600-1867)**، عندما تم استصلاح الأراضي لاستخدامها في زراعة الأرز بالقرب من المدن.

أدى النمو الاقتصادي السريع للبلاد بعد نهاية الحرب العالمية الثانية إلى طلب هائل على الأراضي الجديدة.

✈ تثبيت التربة بالمصارف الرملية:

1. Island: 1 Million Sand Piles
2. Island: 1.2 Million Sand Piles

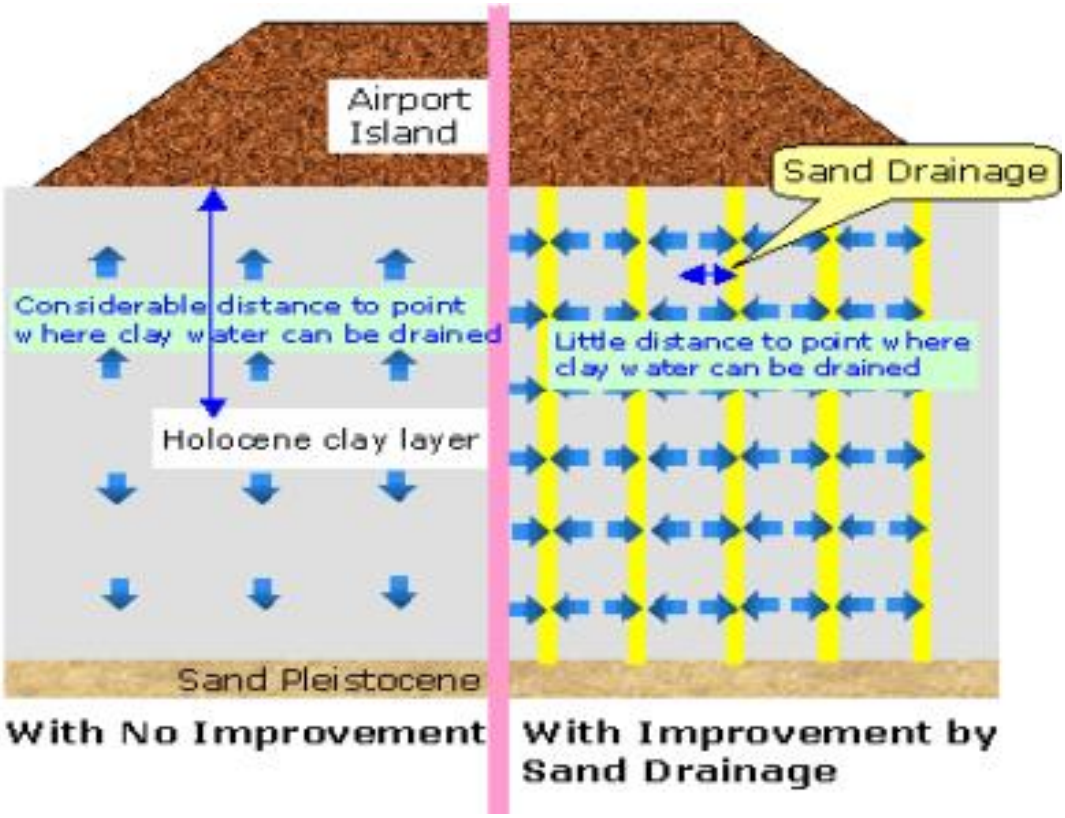


❖ إن طبيعة الطين في قاع البحر هي التحدي الرئيسي للمهندسين.

❖ تكمن المشكلة الأساسية في الطين في **قدرته العالية على الاحتفاظ بالرطوبة**، مما يجعله غير مستقر كأساس للبناء.

❖ وهو طين رسوبي طري يحتوي على حوالي 70% من الماء.

➢المصارف الرملية :



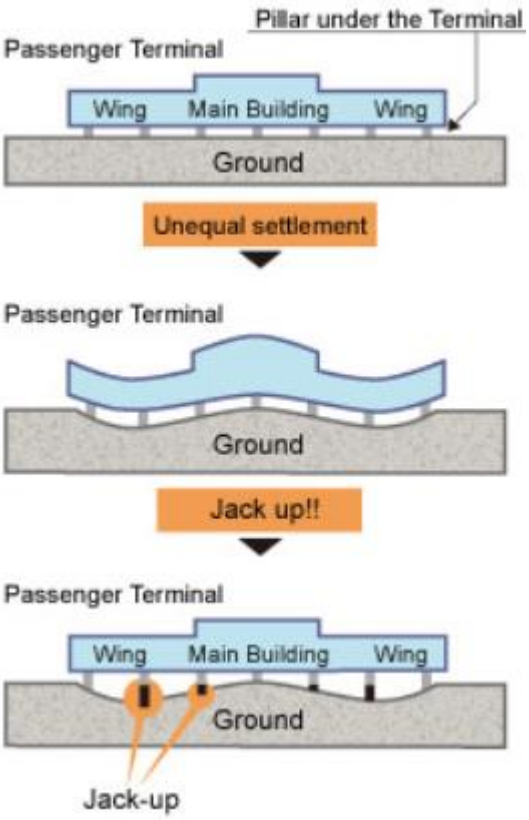
➢ للتغلب على هذه المشكلة، استخدم المهندسون **تقنية ناشئة حديثًا لتثبيت الأساسات البحرية**، وهي المصارف الرملية. حيث تم غرس أكثر من مليوني مصرف رملي في قاع البحر لتثبيته وتحميله لوزن الجزيرة المقترحة.

➢ تم إنشاء هذه المصارف عن طريق دفع أنابيب عميقًا داخل الطين وملئها بملايين الأطنان من الرمل، ثم إزالة الأنابيب.

➢ وعند إزالة هذه الأنابيب، يمتص الرمل الماء الموجود داخل الطين، مما يقلل من قدرته على الانضغاط. ومع إضافة المزيد من الوزن، يتم طرد الرطوبة من الطين و تصريفه عبر عمود الرمل.

➢ الهبوط المتوقع للجزيرة الاصطناعية بمرور الوقت :

✓ لماذا يحدث الهبوط؟



الجزيرة الاصطناعية بنيت على طبقات من التربة الطينية اللينة والمشبعة بالمياه، والتي تنضغط ببطء تحت وزن البناء الثقيل.

كلما زادت الأحمال (مثل مباني المطار والمدرجات)، زاد معدل انضغاط التربة.

✓ التوقعات للهبوط :

➢ **عند التخطيط :** الجزيرة ستغرق بمعدل **5.7** متر خلال 50 عامًا.

➢ **في الواقع :** غرقت **8** أمتار خلال أول 7 سنوات فقط!

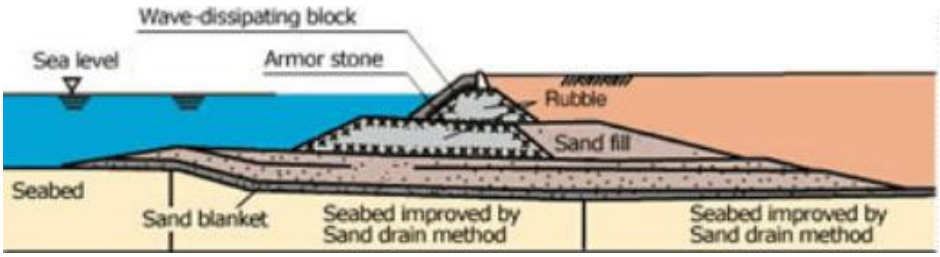
✓ كيف يتم التعامل مع الهبوط من قبل المهندسين ؟

تم تصميم أعمدة الأساسات بحيث يمكن تعديل ارتفاع المدرجات والمباني عند الحاجة.

تم تثبيت مستشعرات مراقبة لمتابعة أي تغييرات في مستوى الهبوط، مما يسمح بإجراء تعديلات استباقية.

✓ من المتوقع أن يستمر الهبوط لكن بوتيرة أبطأ بفضل الإجراءات الهندسية (حوالي **13** مترًا)

✈ بناء الجدار البحري (كاسر الأمواج) و التأسيس:



1- **تم تحديد محيط المطار** باستخدام 69 حجرة فولاذية كبيرة .

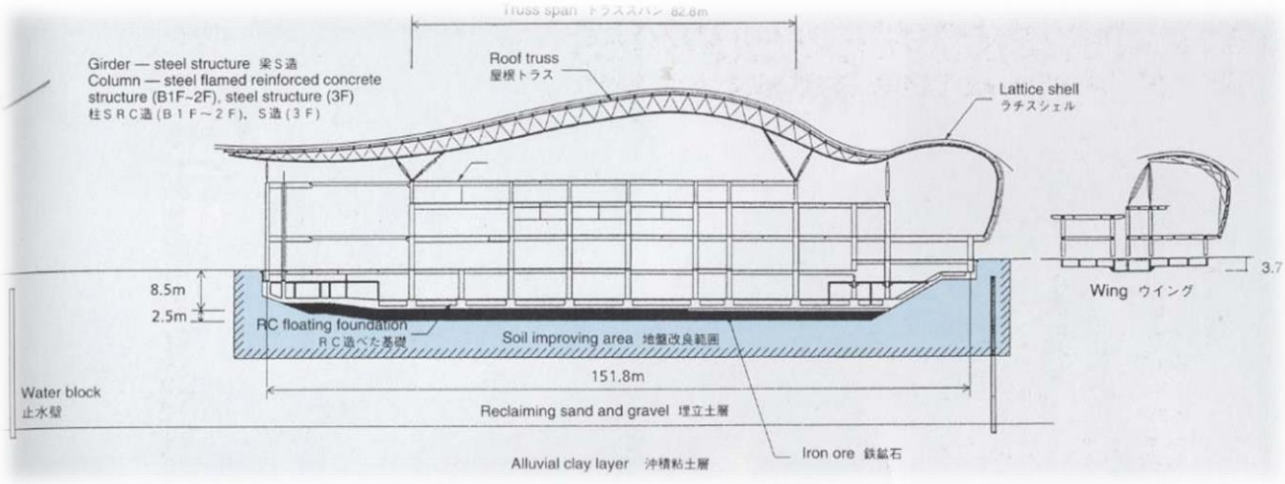
2- وتم ملء الفراغات بينها بـ **48,000 هيكل خرساني رباعي الأضلاع** (هياكل خرسانية مصممة خصيصًا لحماية الجزيرة من الأمواج والعواصف عبر تبديد طاقة المياه القادمة).

3- **تم ملء المساحة المركزية للجزيرة بالصخور**، حيث استخدم **430** مليون متر مكعب منها، مأخوذة من **ثلاثة مواقع جبلية** تقع بين **10** و**30** كيلومترًا داخل اليابسة من الخليج باستخدام سفن شحن متخصصة .

✓ **كان الارتفاع النهائي 36.7** مترًا فوق قاع البحر للجزيرة الأولى، و**40-43** مترًا للجزيرة الثانية **لكن لم يكن من الممكن تحديد المستوى النهائي بدقة.**

استغرق بناء الجدار البحري والقاعدة ثلاث سنوات، وبعد ذلك بدأت أعمال إنشاء مرافق المطار على الجزيرة الأولى ، التي تبلغ مساحتها **4 × 2.5 كم**

✈ الجملة الإنشائية للمطار



يعتمد التصميم على جوائز شبكية (جمالونات) معدنية كبيرة .

❖الجائز الشبكي (الجمالون) الرئيسي Warren Truss:

18 جمالون بمجاز 82.8 متراً و تباعد 14.4 متراً بين الهياكل .

❖الجوائز الثانوية :

تستند إلى الجوائز الرئيسية ، و مقطعها بشكل I ، بالإضافة لشبكات تربيط متقاطعة تقليدية .

مصممة لتمتص القوى الأفقية للزلازل و تقييد التحنيب المحتمل للجائز الرئيسي .

أطراف الجملون لمبنى المحطة الرئيسية عبارة عن جمالونات قوسية مزدوجة

❖الجانب الجوي Airside :

➢ الجناح Wing :

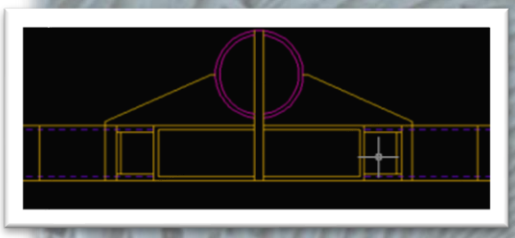
يمتد الجناح على طول 1.7 كيلومتر على طول المنشأ.

هذا هو الجانب الذي يواجه البحر، وبالتالي يتلقى **قوة الرياح القوية أثناء العواصف.**

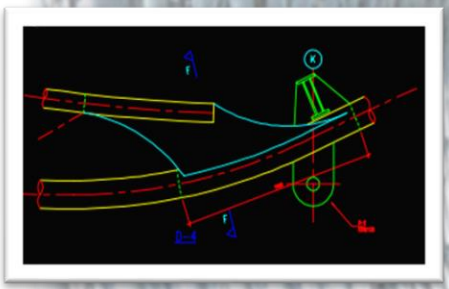
يحتوي الجناح على نظام هيكلي منفصل عن مبنى المحطة الرئيسي.

الجملة الإنشائية عبارة عن **عنصر معدني أنبوبي واحد مدعوم بكابلات شد.**

توفر الجملة الانشائية الثانوية القوية مقاومة على القص



يوضح الشكل تفاصيل الاتصال بين الجملة الانشائية الأساسية (الأنبوب الفولاذي) و الجملة الانشائية الثانوية (شبكة مستطيلة)



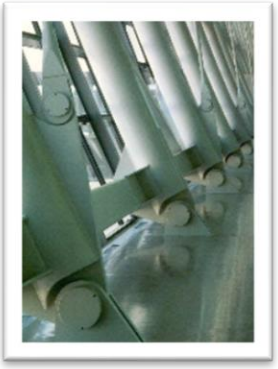
تفصيل الوصلة بين الجمالون (على اليسار) و العنصر الأنبوبي الفولاذي (على اليمين) :

❖الإكساء و التغطية Cladding :

- ✓ **82000** صفيحة من الفولاذ المقاوم للصدأ تغطي السقف المزدوج للمنشأ.
- ✓ كل صفيحة أبعادها **1.8** × **0.6** متر ووزنها **10** كيلوجرام

❖الزجاج Glazing:

- ✓ كل لوح **3.6** × **0.6** متر
- ✓ يتبع نفس منحى و شكل السقف الهندسي

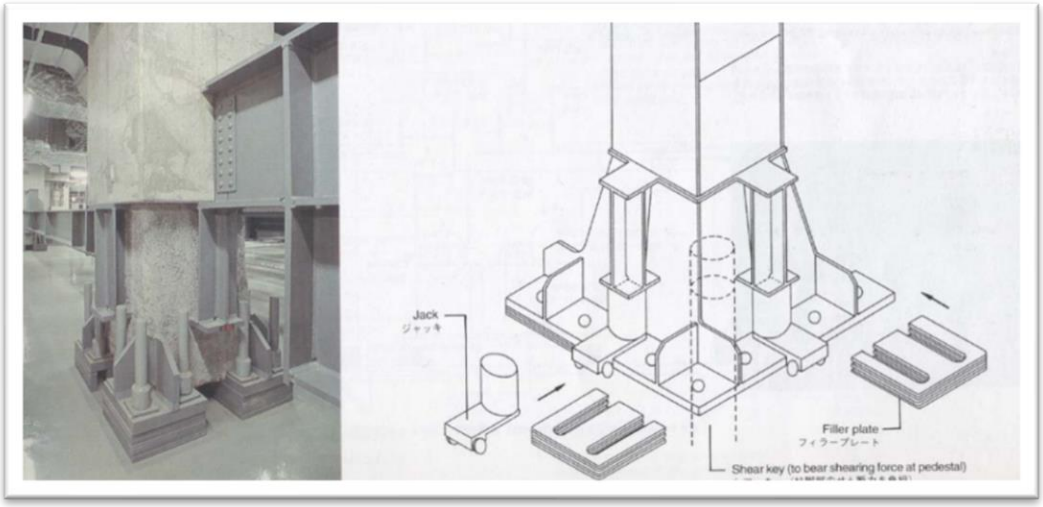


❖ توضيح الاستناد الشاقولي : التمفصل في القاعدة مع صفوف الأعمدة .

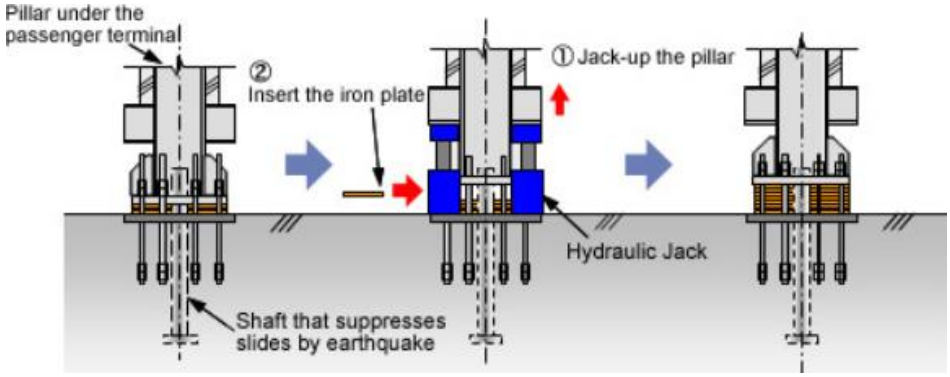
❖فواصل التمدد Expansion Joints:

✓ فواصل بعرض 450-600 مليمتر توضع كل 150-200 متر
✓ تستخدم فيها مواد مطاطية لتوفير العزل ضد العوامل الجوية

❖الأساسات Foundation:



✓ تم استبدال التربة المحفورة ب 360 ألف طن من خام الحديد أسفل الأساس
✓ يتكون الأساس من 900 ركيزة موضحة بالشكل
✓ نظام الرافعة مع الصفائح يحافظ على مستوى المنشأ و يمنع الهبوط التفاضلي.



❖الربط مع اليابسة إلى مدينة إيزوميسانو 泉佐野 :

و ذلك عبر **جسر سكاي غيت أر** (**Sky Gate Bridge R**) في خليج أوساكا (3.75 كم)

يضم طريقًا سريعًا وخط سكة حديد لنقل المسافرين والبضائع بين المطار واليابسة.

يستخدمه **القطار السريع** (**JR West & Nankai Railways**)، إضافة إلى السيارات والحافلات.

❖الصيانة والتحديات المستمرة

لأجل المحافظة على المنشأ تم وضع بعض إجراءات الحماية من عام 2000 إلى 2006 :

1) وضع **مضخات تصريف** لمياه الأمطار في العواصف القوية .
2) رفع منسوب **الجدار البحري** للحماية من التسونامي و الأمواج العالية
3) إنشاء **حاجز** لخفض منسوب المياه الجوفية (التي ترتفع عند المد و الأعاصير)

❖المصادر و المراجع : (تمت الترجمة بتصرف)

https://www.ice.org.uk/what-is-civil-engineering/infrastructure-projects/kansai-airport

https://nippontimes.net/longest-ariport/

https://sokocalo.engr.ucdavis.edu/~jeremic/Classes/ECI284/TermProjects/2002/JPhalen.doc

https://www.jsce.or.jp/kokusai/civil_engineering/2008/92-12-1.pdf

https://faculty.arch.tamu.edu/anichols/courses/applied-architectural-structures/projects-631/Files/kansai.pdf

https://www.airalandalus.org/sites/default/files/KansaiAirport.pdf

https://interestingengineering.com/culture/kansai-airport-the-worlds-longest-airport