

## 空港施設向け高負荷環境対応型グレーチングの開発

ヒノデホールディングス株式会社 正会員 ○内尾晃太 橋本徹

ヒノデホールディングス株式会社 非会員 甲斐信博

日之出水道機器株式会社 非会員 村岡広樹

**1. はじめに** 空港施設内に設置される側溝蓋は、主にボルト固定式鋼製グレーチングが使用されているが、車両通行による蓋の振動に起因するナットの緩みや脱落により、最悪の場合、グレーチングの跳ね上げ事故につながる事例もある。また、空港内ではトーイングトラクターや航空機など高負荷環境へ設置されることもあり、経年劣化によりグレーチングの梁の変形・破損さらにはコンクリート側溝く体の破損等も散見される状況。

航空機における事故の原因として、異物混入による航空機の損傷(FOD)があり、滑走路や誘導路、駐機場などは異物混入を防ぐために定期的に掃除が行われているのが現状であることから安全な車両走行および航空機の損傷リスクを低減するために、ナットとの部品の脱落がなく、グレーチングやコンクリート側溝く体の破損リスクの小さい、高強度で蓋枠一体構造のグレーチングが望ましい。

そこで、弊社の車道用鋳鉄製グレーチングの技術を活かし、航空機荷重(エアバス A350-900 型機)の繰り返し荷重に耐える、蓋枠一体型の空港施設向け高負荷環境対応型鋳鉄製グレーチングを開発しており、その静荷重試験結果について報告する。

**2. 鋳鉄製グレーチングの概要** 一般的な鋼製グレーチングは、側溝のメンテナンスを行うために蓋の着脱が可能なボルトが露出した構造であるが、新たに開発したグレーチング(以下 AGRU)は、蓋枠を一体化し、本体の固定用ボルトを無収縮モルタルやコンクリートで埋め込むことで緩みを防止する構造とした。また、側溝のメンテナンス用として、子蓋付きのグレーチング(以下 AGRA)も併せて開発。この子蓋にもボルトナットは使用せず、マンホール蓋の急勾配受け構造と錠／蝶番構造を踏襲し、部品の脱落が生じにくい構造としている。図-1、図-2 に構造概要を示す。

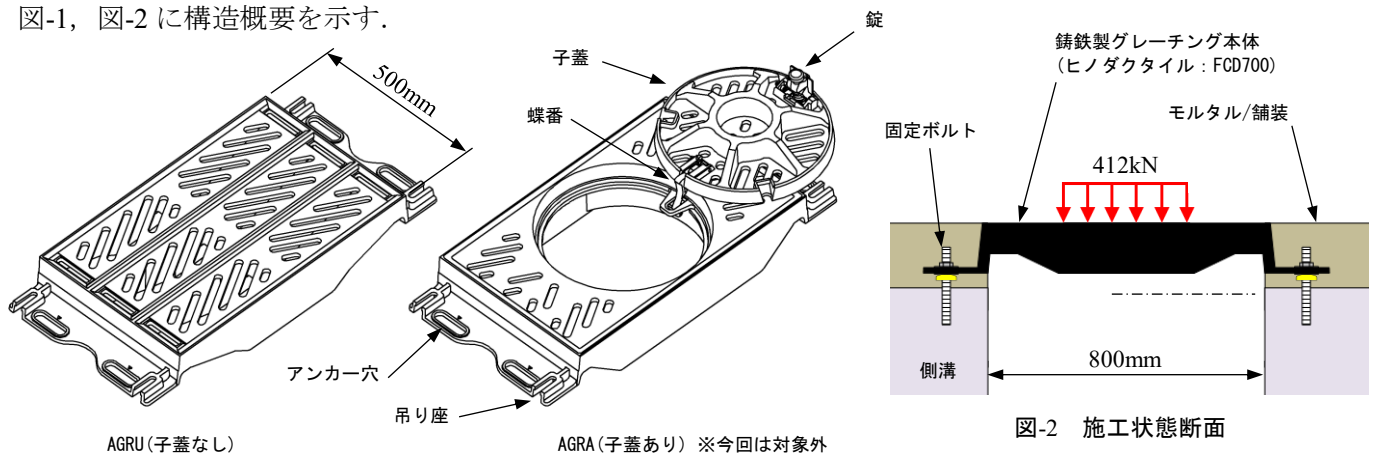


図-1 鋳鉄製グレーチング

図-2 施工状態断面

**3. 試験概要** 供試体は、実際の施工と同様にアンカー穴4か所にてボルト固定を行った。航空機(エアバス A350-900 型機)の荷重仕様は接地寸法  $361 \times 524$  と  $431.6\text{kN}$ (活荷重  $332\text{kN}$  に衝撃係数  $0.3^1$ )であるが、面圧換算を行い、載荷範囲  $361 \times 500$  に試験荷重  $412\text{kN}$  とした。載荷は荷重試験機(UH-C2000KNA)にて行い、グレーチング本体の垂直変位(中央)とひずみを測定した。図-3 に AGRU のひずみ(E), 変位

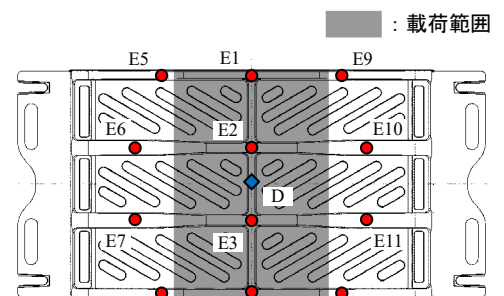


図-3 計測機器取付概要(AGRU)

キーワード 側溝用グレーチング, 空港, 鋳鉄, 静荷重試験

連絡先 〒812-8636 福岡県福岡市博多区堅粕 5-8-18 ヒノデホールディングス(株) 設計開発 G T E L 092-476-0641(代)

(D)の測定位置を示す。ひずみ測定場所は、FEM 解析結果から発生応力の高い部位を確認して設定した。

**4. 解析結果** 図-4 に AGRU の解析結果(最大主応力)を示す。解析ソフトは Creo Simulation 4.0, メッシュは 4 面体の自動メッシュ生成(アダプティブ P 法)を用いて線形解析を行った。

AGRU は材質が FCD700 を使用した主リブ 4 本で荷重を支持する設計とし、グレーチング中央部がモーメント最大になるが、極力リブ全体に応力分散させるようなリブ形状としている。鋳物の製造・材質のばらつきを考慮し、許容応力  $235\text{N/mm}^2$  に対して 20%程度の余裕を持たせ、発生応力  $180\text{N/mm}^2$  を目標値として設計を行った。

**5. 試験結果** 図-5 に試験状態を、図-6 に 412kN 載荷時における、グレーチングの発生ひずみを、図 7 にグレーチング中央の垂直変位を示す。なお、発生ひずみについては測定値の大きい E1~E4 を抜粋して示す。

発生ひずみにおいては、グレーチング中央部の E2 が最も大きく、最大ひずみ  $1106\mu\epsilon$  (発生応力  $202.1\text{N/mm}^2$ ) で解析結果  $180\text{N/mm}^2$  に対して 12%高い結果。E3 も E2 とほぼ同等の結果となった。逆に E1 は解析  $150\text{N/mm}^2$  に対して、実機では  $135.6\text{N/mm}^2$  の 10%低い結果となっている。これは、解析では載荷範囲に均等に荷重を載荷しているものに対して、実機では均等にはならず、中央に集中したことが原因と推察。しかしながら、12%高い E1 においても、許容応力  $235\text{N/mm}^2$  以下の結果であり、十分な耐荷重性を有していることを確認した。

垂直変位は、N=2 試験を実施。1 回目が 1.21mm, 2 回目が 1.14mm で共に除荷時の残留変位は 0.1mm 以下の結果。道路橋示方書における橋のたわみ量の基準式<sup>2)</sup>を用いると、支店間距離 800mm の AGRU におけるたわみの基準値は 1.65mm となり、基準値以下を確認した。また、荷重-変位は線形性を示しており、弾性範囲となっていることを確認した。静荷重試験後に破壊試験を実施した。荷重試験機の上限が 200t(2000kN)であるため、1500kN までの載荷となったが破壊しないことを確認した。以上により、航空機 A350-900 型機の荷重載荷においても十分な耐荷重性を確認できた。

**6. まとめ** 今回、車道用鋳鉄製グレーチングやマンホール鉄蓋技術を活用した、空港施設向け高負荷環境対応型グレーチングを開発し、耐荷重性に問題ないことを確認した。今後は積極的な現場展開を図っていくとともにモニタリングで経過観察を行う。

**参考文献** 1) 空港土木施設構造設計要領及び設計例, 港湾空港総合技術センター, 2017 年改訂版  
2) 道路橋示方書・同解説 I 共通編, 日本道路協会, 平成 29 年 11 月改訂版

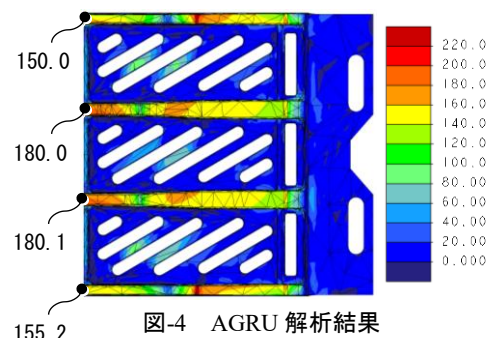


図-4 AGRU 解析結果



図-5 試験状態写真

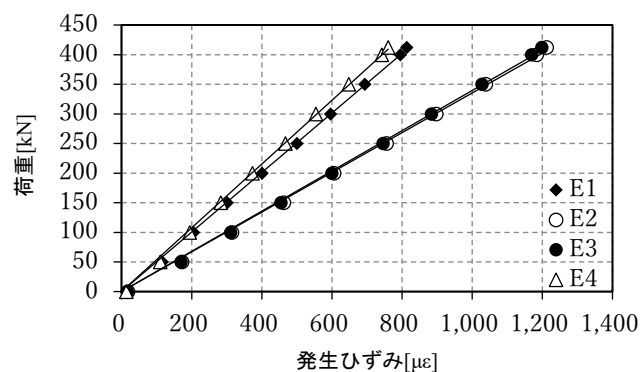


図-6 静荷重試験結果 (発生ひずみ)

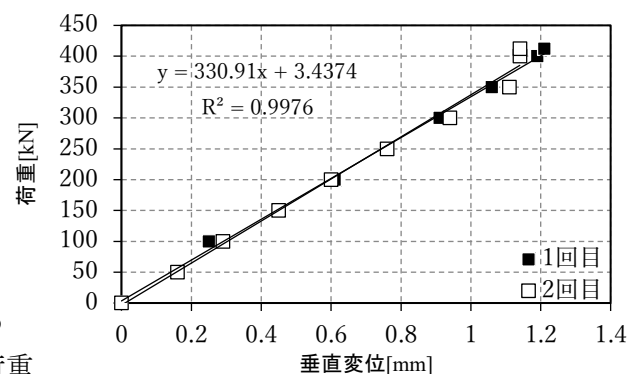


図-7 静荷重試験結果 (垂直変位)



図-8 那覇空港設置写真