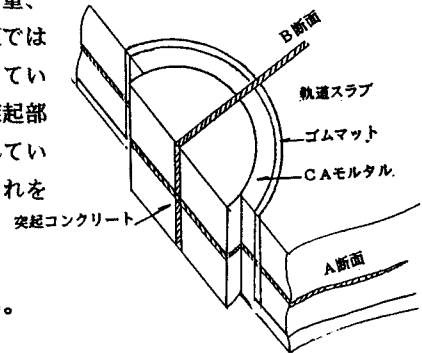


IV-264 スラブ軌道の定着用突起の改良に関する検討

鉄道総合技術研究所 正会員 安藤勝敏
 鉄道総合技術研究所 堀池高広

1. まえがき

軌道には列車走行に伴う垂直荷重の他に、ロングレール縦荷重、始制動荷重および横圧等の水平方向荷重が作用し、スラブ軌道では図1に示す定着用突起がこれに対するストッパーの役割を担っているが、スラブ軌道各部の設計上の安全率の観点から見れば、突起部は他の部分と比べて余り余裕のない構造であることが指摘されている。本研究の目的は、現行の突起部の問題点を明らかにし、これを基に構造改良を図ることにある。



2. 突起部改良の方向

今後の突起部の改良方向としては、以下のものが考えられる。

- (1) 突起コンクリートの拡大による耐力増加
- (2) 突起回りゴムマットの厚さ増加によるばね定数の低下
- (3) ガラス繊維マットによるCAモルタル(以下、CAMと略称)の補強
- (4) CAMとゴムマット間への鉄板挿入によるCAMの補強

なお、突起コンクリートと軌道スラブの間に注入するてん充填材については、CAM(+ゴムマット)とする方法と樹脂を使用する方法があるが、樹脂については(1) 材料が高価であること、(2) 施工誤差により注入厚が変動し、結果的に突起ばね係数が大きくばらつくこと、(3) コンクリートとの接着力が大きいこと、明り区間において軌道スラブの伸縮を拘束し、軌道スラブにひび割れを発生させる可能性があること等からここではCAMを用いた改良について検討する。

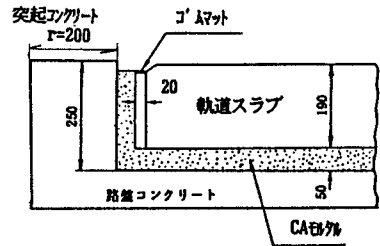


図1 既設のスラブ軌道突起構造

3. 既設スラブ軌道の突起部応力解析

一般にゴムはポアソン比が0.5に近く、実際のばね係数は形状率を考慮しないと合わないとしており、突起部ゴムマットのように変形のための自由面積が小さく、円形状に接着されている構造においては、設計値と実際のばね係数の整合性については明確ではない。そこで、ポアソン比の影響が考慮でき、形状および境界条件が容易にモデル化できる有限要素法によって突起部の弾性応力解析を行った。

レール方向荷重 $F = 67.6 \text{ kN}$ のみが作用するものとして計算した結果、変形は大部分がゴムマットで吸収されるが、ゴムの表面は大きく膨れ上がることで、上部で接しているCAMがこれに引っ張られる形で上に持ち上げられる。このため、CAMの上面から5cmの深さまで、ゴムマットに沿って三角形の引張り領域ができる。引張応力度の最大値は図2に示すように上面から1cm付近に発生し、その値(0.90MPa)はCAMの引張強度0.65MPaを越えており、実際の突起周辺CAMの変状現象ともほぼ一致していることから、何等かの対策が必要と考えられる。次に、CAM圧縮応力度の最大値は1.99MPaで、突起コンクリートとの接する側の上面に発生している。この値はCAMの圧縮強度1.8MPaを若干越えているほか、中央部の応力度1.07MPaと比べて2倍近い値となっている。

4. 突起構造改良の提案

今後の突起構造改良としては、突起半径 r を5cm拡大し25cmに、ゴムマット厚さを0.5cm増加し2.5cmに変更するとともに、CAMの上部をガラス繊維マットで補強する構造(改良一案)と突起半径 r を5cm拡大し25cmに、

ゴムマット厚さを0.5cm増加し2.5cmに変更するとともに、CAMとゴムマットの間に厚さ1mmのステンレス鉄板を挿入する構造（改良二案）の二案について検討を行った。改良一案について計算を行った結果、既設構造の場合と同様にゴムマットの表面は大きく膨れ上がり、この部分で接しているCAMがこれに引っ張られる形で上に持ち上げられる点については改善されず、引張応力度の最大値はCAMの引張強度を越えることから、突起部の上部にガラス繊維マットを挿入する等して引張強度を増加させる必要がある。一方、改良二案についても、ゴムの表面が大きく膨れ上がることは既設構造と同様であるが、ステンレス鉄板が変形に対し抵抗するためCAMは既設構造のように、上に持ち上がることはない。このため、ステンレス鉄板には図3に示すように20.0MPaの引張応力が生ずるが、CAM応力は既設構造に比べて大幅に減少し、最大値は引張応力度が0.06MPa、圧縮応力度が-0.95MPaとなった。なお、突起コンクリートについては、断面積が1.56倍になることから、配筋やコンクリートの打設も容易になり、突起の合成ばね係数もほとんど増加させることなく、5割以上の耐力増加が期待される。従って、図4（改良二案）を今後の改良構造として提案する。

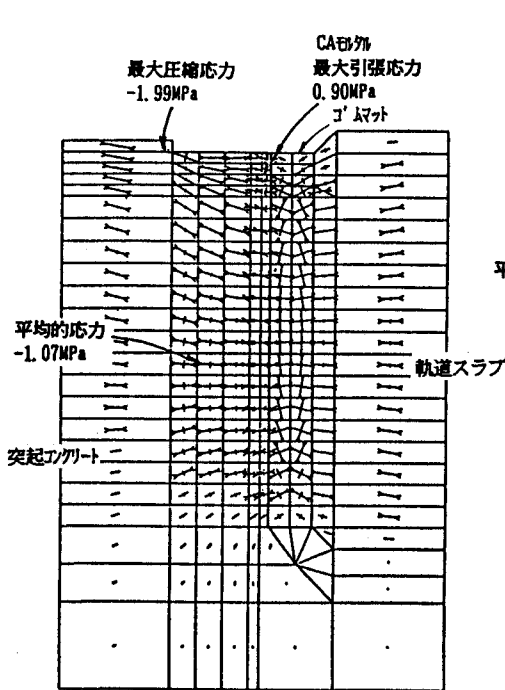


図2 既設構造の計算結果（主応力図）

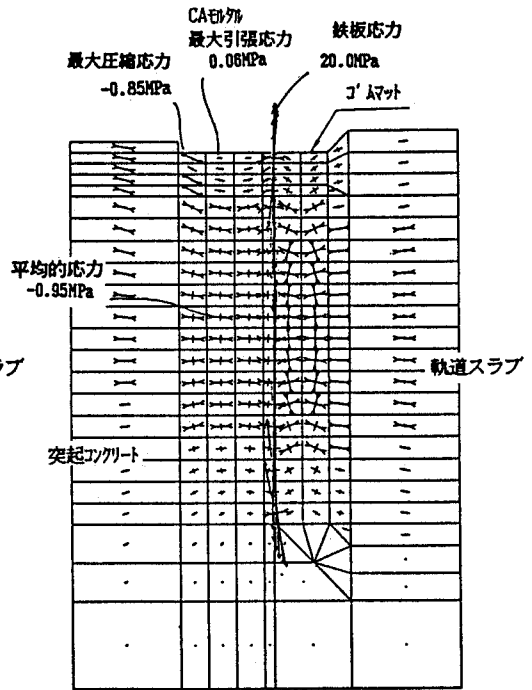


図3 改良二案の計算結果（主応力図）

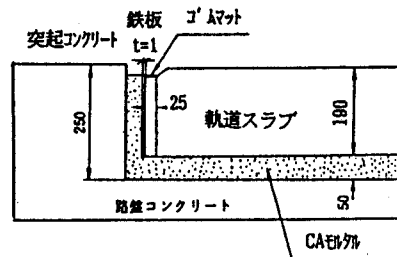
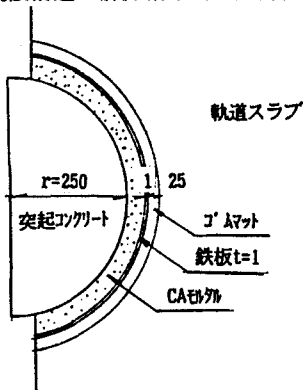


図4 定着突起構造の改良案