車両輪荷重が舗装路下の埋設管に及ぼす 土圧の評価手法に関する実験的検討

濱中亮¹·南形英孝²·川口忍³·赤木寬一⁴

¹東京ガス株式会社基盤技術部パイプライン技術センター(〒230-0045 横浜市鶴見区末広町 1-7-7) E-mail:ryo-hamanaka@tokyo-gas.co.jp

²東京ガス株式会社基盤技術部パイプライン技術センター(〒230-0045 横浜市鶴見区末広町1-7-7) ³工博 東京ガス株式会社基盤技術部パイプライン技術センター(〒230-0045 横浜市鶴見区末広町1-7-7) ⁴正会員 工博 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科 教授(〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1)

種々の舗装路下に埋設された都市ガス供給用導管が路面からの車両輪荷重を受けた場合に,埋設管に生じ る応力の原因となる土圧をより正確に評価する手法を獲得する目的で,100A 鋼管を埋設した舗装路に総重 量 196kN のトラック車両輪荷重を負荷する試験を実施し,埋設管表面の同位置における軸応力と土圧の負荷 時刻履歴を測定した.その結果,土圧の作用時間と軸応力の発生時間および各々のピーク時刻が一致した. さらに,地中に生じる鉛直方向土圧を測定する車両輪荷重負荷試験を実施し,実測値と Boussinesq の弾性解 から導かれた計算式および多層弾性地盤を評価可能な GAMES 解析による計算値を比較したところ,本試験 条件において GAMES 解析の結果は Boussinesq 式よりも実測値との乖離が大きかった.

Key Words : buried pipe, vehicle load, soil pressure, longitudinal stress, field test, multi-layered paved road

1. はじめに

都市ガス供給用導管は、一般に上下水道配管などと同 様に種々の舗装構造を有する道路下に埋設して使用され る.このような都市ガス導管の設計においては、管上土 質の上載荷重による土圧や路面からの車両輪荷重による 土圧によって管に生じる応力、ならびに管内を流れる都 市ガスの内圧によって生じる応力等の発生応力の合成が、 管体材料の許容応力よりも低くなるようにするとの考え に基づいた設計が行われている¹.

通常の埋設条件において、上記の発生応力の合成は管 材料の許容応力に比較して十分に低い値であることが確 認されているものの、埋設ガス導管を安全に使用し続け るためにはこれらの発生応力の各成分を可能な限り正確 に評価できる手法を有しておくことが重要であり、それ ぞれの発生応力を簡便に評価できる手法があることが望 ましい.

埋設ガス導管に生じる応力のうち,比較的簡単な数式 で計算が可能な上載荷重による応力や内圧による応力な どと比較して,舗装路面からの車両輪荷重による応力に ついては精緻な評価を行い難い.これは路面からの車両 輪荷重によって地中に生じる土圧分布が,埋設される舗 装道路の構造によって変化することによるものである.

路面からの車両輪荷重によって埋設管に作用する土圧

や管に生じる応力を評価する手法については、表層厚 5cm,路盤厚10cmの舗装路を対象とした高木ら^{2,3}の検討 によって、路面に作用する輪荷重と管に作用する土圧お よび管に生じる応力に比例関係があること、土圧の推定 がBoussinesqの弾性理論解⁴から導かれた計算式によって 概ね可能であることが示されている.ただし、埋設管の 評価を対象として、舗装構造の違いに応じた鉛直方向土 圧の変化を評価しようとする試みは見当たらない.

そこで本検討では、種々の舗装路下に埋設された都市 ガス導管が路面からの車両輪荷重を受けた場合に、埋設 管に生じる応力の原因となる土圧の評価手法を検討する 目的で、試験フィールドに管を埋設した後に試験舗装路 を構築し、これに車両輪荷重を負荷する実規模試験を実 施した.試験においては、埋設管に生じる軸方向応力な らびに土中に生じる鉛直方向土圧を測定した.ここで、 軸方向応力に着目しているのは、管厚方向および管周方 向よりも発生する応力成分が大きいためである.

そして、試験に使用した車両の輪荷重の負荷によって 舗装路に生じる鉛直方向土圧を Boussinesq の弾性理論解 から導かれた計算式,ならびに多層弾性理論を適用した 地盤の変形・応力解析プログラム(GAMES)⁵を用いて 計算し実測値と比較することによって、これらの土圧の 評価手法としての適用性を検討した.



2. フィールド試験方法

車両輪荷重の作用によって埋設ガス導管に作用する土 圧と管に生じる軸応力を把握するために,試験フィール ドに試験舗装路を構築し,a) 異なる深さ(0.6m および 1.0m)に埋設された管の直上へのトラック車の走行実験, ならびにb) 深さ0.7mおよび1.1mに埋設した土圧計の直 上およびその近傍へのトラック車の停止試験を実施した. 以下にその試験方法を記す.

(1)使用したトラック車の重量・寸法

本試験では、前輪、後輪、最後輪の3輪を有する積載 量98kNのトラック車を使用した.車両の外観、および各 車輪間の距離を図-1に示す.道路運送車両の保安基準[®] において、道路を通常通行できる車両重量の最高限度と して車両の総重量を196kN、かつ片輪荷重を49kNとする ことが定められていることを受け、本試験では車体と積 荷合計の車両重量が概ね196kNとなるように砂を積載し て車両総重量を調整した.

前輪,後輪,最後輪における両輪の重量と車両総重量 を、車両重量計(㈱共和電業製 RWP-61A)を用いて測定 した結果を表-1に示す.表に示すように、車両を重量計 上に停止させた場合、時速40kmで走行させた場合の両方 ともに車両は前輪で総重量の約30%、後輪で約36%、最 後輪で約34%の重量を支えており、車両が走行していた としても各車輪にかかる重量の配分は変わらなかった.

表-1 車軸(車輪両輪)を	らたりの荷重測定結果
---------------	------------

測定条件	前輪	後輪	最後輪	計
停止	58.8kN	69.0kN	66.0kN	193.8kN
(時速 0km)	(30%)	(36%)	(34%)	(100%)
走行	58.8kN	69.0kN	66.0kN	193.8kN
(時速 40km)	(30%)	(36%)	(34%)	(100%)

表-2 原地盤における砂置換および RI 試験結果

	砂置換密度試験		RI 試験	
	$\rho_{d,1}$ (g/cm ³)	w (%)	$\rho_{d,2}$ (g/cm ³)	w (%)
原地盤1	1.615	11.7	1.484	14.3
原地盤2	1.532	14.0	1.407	14.5
原地盤3	1.505	12.2	1.403	11.8
$ ho_{d,2}=0.92 imes ho_{d,1}$				

(2) 管を埋設した試験舗装路の建設

試験フィールドに口径 100A の SGP 鋼管⁷⁾(規格最小引 張強度:290N/mm²,公称外径:114.3mm,実測平均板厚: 4.1mm,管長:5.5m)を7本溶接接合して全長を38.5m とした供試管を2体製作し,図-2に示す2種類の埋設深 さおよび積層条件(ケース①および②)で路床を形成し た後にアスコン45型(表層厚:5cm,砕石厚:40cm)に て試験舗装路を構築した.なお,路床の埋め戻しに用い た土質は,礫が含まれることによる土圧計測のばらつき を低減するために砂とした.路床の転圧方法は,各層に 対して2往復のランマー転圧とした.

管埋設土の状態を把握する目的で、図-2 に示した路床 の各層の転圧後に表面透過型 RI (radio isotope)計器を用 いて、埋設土の湿潤密度(ρ_i)および含水比(w)を測定し、得 られた結果から乾燥密度(ρ_d)を求めた.ただし密度につい ては、表-2に示すように原地盤(砂)の3箇所において、 砂置換密度試験⁸⁾と RI 試験を実施し、両者の相関関係に 基づいた補正を行った.結果として測定された路床の含 水比(w)および補正後の乾燥密度(ρ_d')を表-3に示す.また、 路床形成に使用した砂の締固め試験⁹⁰を実施し、最大乾燥 密度と最適含水比を求めた結果はそれぞれ 1.510g/cm³、 20.6%であった.この結果と表-3 より、締固め度は概ね 95%以上であったことから、本試験の路床は十分な締め 固めが行われた地盤であったと判断した.

掘削後の原地盤,路床形成後(ケース①および②)な らびに路盤形成後(ケース①のみ)に道路の平板載荷試 験¹⁰⁾を行って,各層の地盤反力係数を測定した.得られ た結果を**表-4**に示す.

ケース① ケース(2) 測定位置 (管埋設深さ1.0m) (管埋設深さ 0.6m) (地表面か w ρ_d ρ_d w らの深さ) (g/cm^3) (g/cm^3) (%) (%) 0.45m 1.432 12.3 1.605 13.0 0.70m 1.450 11.6 1.442 12.5 1.10m 1.518 13.6

表-3 試験舗装路(路床)の密度・含水比の測定結果

(3) 車両荷重の負荷および計測の方法

a)トラック車走行試験による管軸方向応力の計測

本試験では、埋設管の直上に車両の片輪が通るように、 車両を時速40kmで埋設管と同じ方向に走行させた.その 際、車両輪荷重による土圧と管体に生じる軸応力の関係 を明らかにし、また生じる軸応力の定量値を測定するた めに、埋設管の管頂および管底には管長中心から2m間隔 でひずみゲージ(東京測器研究所株製 UFLA-2-11)を貼 付し、ケース①においてはひずみゲージに加えて管長中 心から50mm離れた位置の管頂にひずみゲージ式超小型 圧力計(東京測器研究所株製 PDA-200KPA)を接着した. なお、軸応力の値は測定された軸方向ひずみに縦弾性係 数(201GPa)を乗じることによって求めた.

測定データの取得には高速データロガー(㈱共和電業 製 EDX-2000A)を使用し、サンプリング速度 1kHz で計 測した. なお、計測に際してはノイズ除去のために 30Hz のローパスフィルタを使用した. また、車両走行中の各 車輪の位置を正確に把握するために、市販の光電センサ

(㈱KEYENCE 製アンプLV-H67, センサヘッドLV-21A) を走行路の管長中心に設置し, センサヘッドから発せら れるレーザ光を遮ったときの信号変化を高速データロガ ーに入力することで, ひずみゲージ等の計測結果と走行 中の車両位置を同期させた.

b)トラック車停止試験による土圧の計測

車両輪荷重によって地盤内に生じる土圧を測定するために,ひずみゲージ式土圧計(東京測器研究所㈱製 KDG-200KPA)を舗装路表面から0.7m および1.1mの深 さに埋設して,その直上および直上近傍に車両を停止さ せたときの鉛直方向土圧をデータロガー(東京測器研究 所㈱製 TDS-602)によって測定した.なお本検討では, 輪荷重のみによる土圧を評価対象としているため,埋め 戻しによる土圧を考慮せずに車両輪荷重負荷直前の土圧 を0kPaとした.

図-3は土圧測定を行った車両位置の模式図である.土 圧計の位置は、車両走行方向に(I)前輪の直下、(II) 後輪と最後輪の間(以下,2列後輪中央)、(III)最後輪の 直下の3ケースのそれぞれについて、車両横方向に(i)

表-4 試験地盤の平板載荷試験結果

測定位置 路盤 ケース①路床 ケース②路床	荷重強さ (kN/m ²) 159 69 84	沈下量 (mm) 1.25 1.25 1.25	地盤反力係数 (MN/m ³) 127.2 55.2 67.2
原地盤	195	1.25	156.0
(I) 前輪 ' 	(Ⅱ) 2列		(Ⅲ) 最後輪
GL (i)またぎ	(ii)片朝 「二」「二」「二」「二」「二」「二」「二」「二」「二」「二」「二」「二」「二」「		ii) 片輪から2m 2m
GL 土圧計	• • •	•土王計	◆ 土圧計
X	-3 土圧測定	における車両	位置

左輪と右輪中央(以下,またぎ),(ii)片輪の直下,(iii) 片輪から2m離れた位置の直下(以下,片輪2m)の3ケ ースの合計9ケースである.

3. 土圧の評価方法

本検討では、土圧の評価方法として(1) Boussinesq の弾 性理論解から導かれた鉛直方向土圧の簡便な計算式、な らびに(2) 多層弾性理論による地盤の詳細な変形・応力解 析プログラム (GAMES)⁵⁾の2種類の評価手法の適用性 を検討した.以下にその方法を記す.

(1) Boussinesq 理論解による土圧計算式

式 (1)は, Boussinesq の弾性理論解から導かれた,路面上の任意の点に集中荷重が作用した場合に原点位置の深 さ方向に生じる鉛直方向土圧の計算式である.前章に示 したトラック車停止試験において土圧測定を行った 9 ケ ースの車両位置のそれぞれについて,式 (1)を用いて土圧 計を設置した深さ 0.7m および 1.1m の土圧を計算し,実 測値との比較を行った.

$$\sigma_{z} = \frac{3}{2\pi} \frac{Q \cdot z^{3}}{\left(x^{2} + z^{2}\right)^{5/2}} \qquad \cdots (1)$$

$$\sigma_z$$
:鉛直土圧(kN/m²)

Q :輪荷重 (kN)

- x :荷重位置からの水平距離(m)
- z :深さ (m)

なお、使用したトラック車が計6輪の車輪を有してい

たことから、各ケースの土圧算定に際しては、土圧計直 上の舗装路表面から各車輪までの水平方向距離と各車輪 荷重(表-1)を式(1)に入力することによって各車輪によ って生じる土圧をそれぞれ計算して求め、これらの総和 を当該ケースの土圧計算結果とした。

(2) GAMES による解析

多層弾性理論を適用した汎用的な変形・応力解析プロ グラムである GAMES を用いて,前章に示したトラック 車停止試験において土圧測定を行った 9 ケースの車両位 置のそれぞれについて,土圧計を設置した深さ 0.7m およ び 1.1m の鉛直方向土圧を解析によって求め,実測値との 比較を行った.なお,本論文では試験地盤を,弾性率が 異なると考えられる①表層,②路盤,③路床,④原地盤 の4層の多層構造として解析を行った.

GAMES による解析に際しては、地盤各層の層厚、弾 性率、ポアソン比、ならびに各層間のすべり率などの各 層の特性と、載荷半径などの載荷条件を決定する必要が

	層厚 (cm)	ポアソン 比	弹性率 (MPa)	層間す べり率
①表 層	5	0.35	a) 28256 b) 3000	
②路 盤	40	0.35	44.10	0
③路 床	105	0.40	12.95	0
④原地盤		0.40	39.30	0

表-5 多層弾性地盤解析の入力条件

ある. 表-5 は本検討で解析に用いた各層の物性である. ポアソン比については鉛直方向土圧の解析結果に及ぼす 影響が小さいと考え、文献 5 記載値を参考に決定すると ともに、実際の埋設状況から層間すべり率を全て0とし た. 表層の弾性率は, 顕著な温度依存性ならびに載荷速 度依存性を有することが知られている. このため、本論 文ではまず温度条件をトラック車停止試験時の外気温で ある+4℃と考えた.載荷速度の影響については表層弾性 率の範囲を考慮することとし、永江ら11)の式から算出され た値(28,256MPa)と、舗装設計便覧¹²⁾に記載されている アスファルト混合物の弾性率と温度の関係図から読み取 った値(3.000MPa)を上下限の範囲と考え、解析に際し ては2種類の弾性率を設定した.これに対して,路盤, 路床、原地盤の各弾性率の決定に際しては平板載荷試験 の解析を下層から順に GAMES を用いて行い、試験結果 (表-3) に合致するような弾性率を逆解析によって求め た、また、載荷条件として、各車輪の接地半径は、後輪 および最後輪では既往の実験結果³のダブルタイヤの設 置面積 (664cm²), 前輪ではその 1/2 の接地面積 (332cm²) から算出した 10.3cm および 14.5cm を用いた.

4. 結果と考察

(1)トラック車の走行によって埋設管に生じる軸応力

試験舗装路を車両が走行した場合に管体に生じる軸応 力の計測結果を図-4に示す.図の横軸は時刻であり,光 電センサによって検出されたトラック車前輪の管長中心 の通過時刻を0秒としてある.図の縦軸は管長中心を0m としたときのひずみゲージの位置である.また,縦軸に はもうひとつの意味をもたせており,図の1目盛が10MPa の軸応力を表している.





図からわかるように、輪直下において管底では引張の 軸応力(管頂では圧縮の軸応力)が生じ、これが前輪、 後輪、最後輪の通過によって順に負荷される様子がわか る.また、各車輪の通過前後では管底では圧縮の軸応力 (管頂では引張の軸応力)が生じていることがわかる.

したがって、管体には車両走行に伴って図-5の模式図に 示すような軸応力が生じているといえる.ここで、管底 に生じる軸応力履歴のうち、車輪直下における応力の最 大値を σ_a とし、車輪通過前後の応力の最小値を σ_b と定め ると、トラック車の走行によって埋設管に生じる応力は 平均応力が(σ_a + σ_b)/2 の部分両振り応力であることがわか る.

図-4 より、本試験条件の通常舗装路において、埋設深 さ 1.0m (ケース①)条件では車輪直下の管底に生じた軸 応力 σ_a は+4MPa 程度、車輪通過前後に生じた軸応力 σ_b は -2MPa 程度であった.一方、管埋設深さ 0.6m (ケース②) 条件で測定された軸応力 σ_a は+8MPa 程度、軸応力 σ_b は -4MPa 程度であり、ケース①よりも大きな軸応力のピー ク値を示すことが確認された.これは埋設深さが浅いた めに、深埋設の場合よりも高い土圧が管に作用したこと によるものと考えられる.また、いずれの軸応力測定結 果も供試管の規格最小引張強度(290N/mm²)に比較して 十分に小さかった.

図-6は、管埋設深さ 1.0m(ケース①)条件において、 車両を走行させた場合に管体表面に接着した超小型圧力 計を用いて測定した土圧と、ひずみゲージを用いて測定 した同じ位置の軸応力測定結果を重ねて示したものであ る.図の横軸は時間であり、車両の前輪が管長中心を通 過した時刻を0秒としてある.図の縦軸は輪荷重による 土圧と軸応力である.図に示すように、土圧および軸応 力のピークと各車輪通過の時刻が一致するとともに、こ れらが負荷される時刻履歴が一致した.このことは輪荷 重による土圧の管体への作用が直接的に管体に軸応力を 生じさせることを意味しているといえる.

このように、埋設管に生じる応力を評価するためには 埋設管に作用する土圧をできるだけ正確に推定すること が重要であると考えられ、このことから各地盤における 土圧の高精度の評価方法が獲得できれば、埋設管に生じ る応力の推定精度も高まると推察される.

(2)トラック車によって生じる土圧とその評価

試験舗装路において図-3 に示した9位置に車両を停止 させたときの深さ0.7m および1.1m における鉛直方向土 圧の測定結果を図-7に示す.輪荷重によって舗装路に生 じる土圧は走行車両の片輪直下条件において最大となっ た.

土圧測定を行った 9 ケースの各車両位置に対して, Boussinesq の理論解による計算式(式(1))および多層弾 性理論による解析(GAMES)を用いて鉛直方向土圧の計 算を行った.多層弾性地盤を考慮した解析の結果は,舗 装路を構成する各層の弾性率や層厚等の違いが加味され た計算結果となるのに対し, Boussinesq 解による鉛直方向





図-5 車両走行によって埋設管に生じる軸応力履歴の模式図

図-6 車両位置と埋設管に生じる軸応力・土圧の比較





土圧の計算式では単層の弾性地盤が対象,かつ計算結果 が地盤の弾性係数に依存しないことから,土圧の評価結 果は舗装構造の違いによらず,作用する車両輪荷重の位 置と大きさによって決定される.

試験による土圧の測定値と上記 2 つの手法による計算 値の比較を行った結果の代表例として,片輪の直下条件 (図-3 (ii))の(Ⅱ)および(Ⅲ)位置において土圧を比較し た結果を図-8に示す.また,土圧測定を行った全データ の実測値と,表層の弾性率の下限値を用いた計算値を比 較した結果を図-9に示す.多層弾性地盤を考慮した GAMES による計算結果は,弾性率が異なる地盤の境界 である深さ 5cm ならびに 45cm において屈曲点が認めら れており,地盤の多層構造の影響を加味した評価を行え ていることがわかる.ただし,本検討で行った GAMES による解析の結果は表層近傍における土圧の減衰が著し く,図-9に示すように,表層の弾性率が比較的小さい場 合であったとしても,GAMES による解析結果は Boussinesq 式による計算結果よりも鉛直方向土圧の実測 値との乖離が大きかった.

一般的には、多層の舗装構造を加味した解析を行う方 が単層の弾性地盤を対象とした単純な計算よりも現実に 即した評価結果を与えると考えられる.ところが本検討 においては多層弾性地盤を想定した解析による推定はあ まり良好ではなかった.この原因として、実際には原地 盤を部分的に掘削し埋め戻しを行っているにもかかわら ず、解析が2次元の無限地盤を想定しているために解析 モデルが不適切であった可能性や、平板載荷試験の結果 から逆解析によって各層の物性値である弾性率を求めた 手法が不適切であった可能性などが考えられる.GAMES による解析は計算が簡便であるため、実用上の利点が多 いといえる.したがって、今後は地盤各層の物性の決定 手法に対する基礎的な検討や3次元有限要素解析を行っ た結果との比較などを通じて、本解析手法の適用方法や 適用範囲を明確にしていくことが有益と考えられる.



図-9 試験舗装路における土圧の測定値と計算値の比較

5. まとめ

本研究では、試験フィールドに SGP 鋼管と土圧計を埋 設した舗装路を構築し、これにトラック車を走行・停止 させることにより、埋設管に生じる軸応力ならびに舗装 路下の鉛直方向土圧を測定した.そして、Boussinesq の弾 性解による計算式と多層弾性地盤の変形・応力解析プロ グラム (GAMES) の2種類の計算手法によって、試験を 行った舗装路下に生じる鉛直方向土圧の計算値と実測値 の比較を行い、両計算手法の適用性を検討した.本研究 で得られた主な知見を以下にまとめる.

- (a) トラック車の走行試験によって埋設管に生じる引張 側の軸応力の測定値は、通常舗装路においては深さ 1.0m条件で4MPa程度、深さ0.6m条件で8MPa程度 であり、管の規格最小引張強度(290N/mm²)に比較 して十分に低い値であった。
- (b) トラック車の走行試験において、管上面に作用する 土圧と管に生じた軸応力のピーク時刻および管に作 用する時刻履歴が一致していた.このことは路面からの車両輪荷重による土圧の管体への作用が直接的 に管体に軸応力を生じさせていることを意味する.
- (c) トラック車の停止試験によって測定した深さ 0.7m および1.1mの鉛直方向土圧の測定値は、片輪直下の ときに最大となった.

(d) 舗装路下の鉛直方向土圧について、トラック車停止 試験による測定値と Boussinesq 計算式および GAMES 解析による計算値を比較した結果, GAMES による解析の結果は表層における土圧の減衰が著し く、本試験条件においては Boussinesq 式の計算結果 よりも実測値との乖離が大きかった.

GAMES による解析は計算が容易であるため,実用上の利点が多いことから、舗装路下の鉛直方向土圧のより 正確な簡便評価手法としての適用が期待される.したがって今後は、地盤各層の物性の決定手法に対する基礎的 な検討や3次元有限要素解析を行った結果との比較など を通じて、本解析手法の適用方法や適用範囲を明確にしていくことが有益と考えられる.

参考文献

- 社団法人日本ガス協会:ガス工作物技術基準・同解 釈例の解説,2001.
- 高木 宣雄: 埋設管の管周方向変形に及ぼす輪荷重の 影響に関する実験, 土木学会論文集, No.430/III-15, pp.29-38, 1991.
- 3) 高木 宣雄:輪荷重による埋設管の軸方向曲げひずみ

の解析法, 土木学会論文集, No.430/Ⅲ-15, pp.69-78, 1991.

- 例えば、木村 孟著:土の応力伝播、鹿島出版会、昭 和53年.
- 5) 土木学会:多層弾性理論による舗装構造解析入門-GAMES (General Analysis of Multi-layered Elastic Systems) を利用して-, 2005.
- 国土交通省:国土交通省令道路運送車両の保安基準, 1951年.
- 7) 日本規格協会:配管用炭素鋼管,日本工業規格JISG 3452,2004.
- 8) 日本規格協会:砂置換法による土の密度試験方法, 日本工業規格 JISA 1214, 2001.
- 9) 日本規格協会:突固めによる土の締固め試験,日本 工業規格 JIS A 1210, 1999.
- 10) 日本規格協会:道路の平板載荷試験方法,日本工業 規格 JIS A 1215, 2001.
- 11) 永江 祐, 東滋 夫, 藤波 潔, 松井 邦人:アスファ ルト混合物層の弾性係数に対する温度補正の一考察, 土木学会舗装工学論文集, 第10巻, pp.39-44, 2005.
- 12) 日本道路協会: 舗装設計便覧, 2006.

FIELD TESTS TO EVALUATE THE SOIL PRESSURE CAUSED BY VEHICLE LOAD TO THE PIPES BURIED UNDER PAVED ROADS

Ryo HAMANAKA, Hidetaka MINAGATA, Shinobu KAWAGUCHI and Hirokazu AKAGI

Field tests to apply the vehicle load of the truck car having the total weight of 192kN were conducted for the pipes for supplying city-gas buried under the paved roads. The major purpose of the tests was to investigate the more precise evaluating method of the soil pressure that the vehicle load causes to the buried pipes, which causes longitudinal and circumferential stresses of the buried pipes. The tests were done to measure both the longitudinal stress of the buried pipes and the vertical soil pressure on the pipe surface and in the ground. Almost the same time-trace and the time at the peaks were observed from the comparison of the data for the soil pressure on the pipe surface and the longitudinal stress of it. In addition, the vertical soil pressure values measured in the field tests were compared with the calculated results from the two different methods, which were the formula obtained from the theoretical solution for an elastic body by Boussinesq and the analysis using the GAMES program to calculate the multi-layered elastic body. As the results, the solution by Boussinesq gave a better prediction of the vertical soil pressure than the GAMES program in this test condition.