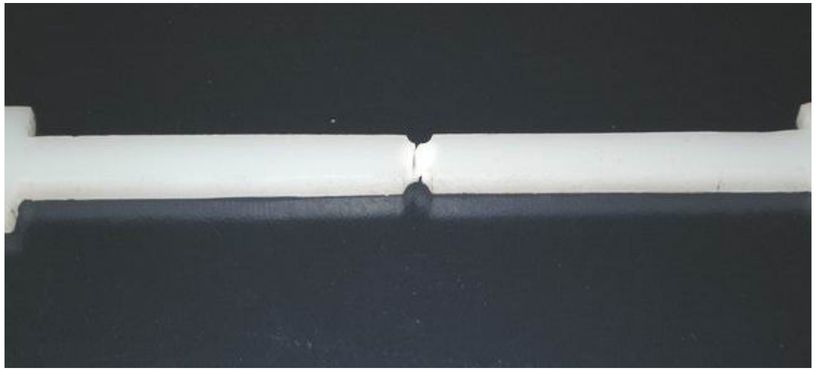

Рис.4. Образец приготовленный из монолитного поликарбоната фирмы «Stronex»– толщина образца 4 мм,цвет молочный

Сопоставление полученных диаграмм показывает, что на физико-механические характеристики материала существенное влияние имеют состав сырья, используемого при производстве монолитного поликарбонатного листа, а также особенности технологии производства материала и, соответственно, способ образования изделий из листа:

Выводы. Для использования монолитного поликарбоната в строительных конструкциях необходимо учитывать:

- зависимость физико-механических характеристик монолитного поликарбонатного листа от состава сырья;
- анизотропию материала;
- технологию производства элементов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Олейник П.П., Стеапанов И.В. Мобильные здания в строительстве. – М.: Стройиздат, 1985.-136с.:ил.
2. Богущевич Е.Н., Степанов И.В. Временные здания и сооружения в строительстве. – М.: Стройиздат, 1970.-256с.,ил.
3. Конструкции мобильных зданий :Сб. научн. тр. – М.: Изд. ЦНИИСК им. Кучеренко, 1988.-108с

УДК 625.1

ОБЩЕЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОНАСЫЩЕННОГО ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ ПРИ ОСЕВОЙ СИММЕТРИИ

П.Н. Нажа, к.т.н.,доц., В.Г. Шаповал д.т.н., проф.
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Постановка задачи. В настоящей работе предложено решение проблемы определения напряженно - деформированного состояния водонасыщенного основания при учете сил инерции для случая установившегося процесса (т.е. для такого случая, когда завершились переходные процессы). В общем случае напряженно - деформированное состояние весомого грунтового основания с достаточной степенью точности можно описать системой уравнений [1,2,3] , которая в цилиндрической системе координат при осевой симметрии имеет вид

$$(\lambda+2G)\frac{\partial e}{\partial r}+2G\frac{\partial \omega}{\partial z}=\frac{1}{\beta}\frac{\partial P}{\partial r}+\rho\frac{\partial^2 U}{\partial t^2};$$

$$(\lambda+2G)\frac{\partial e}{\partial z}-\frac{2G}{r}\frac{\partial(\omega\cdot r)}{\partial r}=\frac{1}{\beta}\frac{\partial P}{\partial z}+\rho\frac{\partial^2 W}{\partial t^2};$$

$$\frac{\partial P}{\partial t}=c_v\Delta P-\frac{\beta}{3}\frac{\partial}{\partial t}\sigma_{kk}; \qquad (1)$$

$$\sigma_{zz}=2G\varepsilon_z+\lambda e-\frac{1}{\beta}P;$$

$$\sigma_{rr}=2G\varepsilon_r+\lambda e-\frac{1}{\beta}P;$$

$$\sigma_{\theta\theta}=2G\varepsilon_\theta+\lambda e-\frac{1}{\beta}P;$$

$$\tau_{rz}=G\gamma_{rz};$$

$$\varepsilon_r=\frac{\partial U}{\partial r}; \quad \varepsilon_z=\frac{\partial W}{\partial z}; \quad \varepsilon_\theta=\frac{U}{r};$$

$$\omega=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial U}{\partial z}-\frac{\partial W}{\partial r}\right);$$

$$\gamma_{rz}=\frac{\partial U}{\partial z}+\frac{\partial W}{\partial r}; \qquad (1)$$

$$e=\varepsilon_r+\varepsilon_z+\varepsilon_\theta;$$

$$\sigma_{kk}=\sigma_{zz}+\sigma_{rr}+\sigma_{\theta\theta}.$$

Здесь U и W - перемещения соответственно в направлении осей 0r и 0z; ω - вращение; P - поровое давление; β - коэффициент порового давления [2]; ρ - плотность грунта; r и z - координаты; $\Delta=\frac{\partial^2}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}+\frac{\partial^2}{\partial z^2}$ - оператор Лапласа в цилиндрической системе координат при осевой симметрии; σ_{zz}, σ_{rr}, $\sigma_{\theta\theta}$ - нормальные напряжения; τ_{rz} - то же, касательное; ε_z, ε_r, ε_θ - нормальные деформации; γ_{rz} - то же, касательная; e – объемная деформация; σ_{kk} - объемное напряжение.

Для установившегося процесса при частоте внешней нагрузки, равной ϖ и изменении ее амплитуды по закону $Q(t)=Q_0\, e^{i\varpi t}$ перемещения U и W могут быть представлены в виде

$$U(r,z,t) = U^*(r,z)\, e^{i\varpi t};$$

$$W(r,z,t) = W^*(r,z)\, e^{i\varpi t}, \tag{2}$$

где i- мнимая единица [4], ϖ - частота изменения внешней нагрузки, а $U^*(r,z)$ и $W^*(r,z)$ – амплитудные значения перемещений.

В этом случае система уравнений (1) примет вид

$$(\lambda+2G)\frac{\partial e^*}{\partial r}+2G\frac{\partial \omega^*}{\partial z}=\frac{1}{\beta}\frac{\partial P^*}{\partial r}-\rho\cdot\varpi^2\cdot U^*;$$

$$(\lambda+2G)\frac{\partial e^*}{\partial z}-\frac{2G}{r}\frac{\partial\left(\omega^*\cdot r\right)}{\partial r}=\frac{1}{\beta}\frac{\partial P^*}{\partial z}-\rho\cdot\varpi^2 W^*;$$

$$i\cdot\varpi\cdot P^*=c_V\Delta P^*-\frac{i\beta}{3}\varpi\cdot\sigma^*{}_{kk};$$

$$\sigma^*{}_{zz}=2G\varepsilon^*{}_z+\lambda e^*-\frac{1}{\beta}P^*; \tag{3}$$

$$\sigma^*{}_{rr}=2G\varepsilon^*{}_r+\lambda e^*-\frac{1}{\beta}P^*;$$

$$\sigma^*{}_{\theta\theta}=2G\varepsilon^*{}_\theta+\lambda e^*-\frac{1}{\beta}P^*;$$

$$\tau^*{}_{rz}=G\gamma^*{}_{rz};$$

$$\varepsilon^*{}_r=\frac{\partial U^*}{\partial r};\ \varepsilon^*{}_z=\frac{\partial W^*}{\partial z};\ \varepsilon^*{}_\theta=\frac{U^*}{r};$$

$$\omega^*=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial U^*}{\partial z}-\frac{\partial W^*}{\partial r}\right);$$

$$\gamma^*{}_{rz}=\frac{\partial U^*}{\partial z}+\frac{\partial W^*}{\partial r};$$

$$e^*=\varepsilon^*{}_r+\varepsilon^*{}_z+\varepsilon^*{}_\theta;$$

$$\sigma^*{}_{kk}=\sigma^*{}_{zz}+\sigma^*{}_{rr}+\sigma^*{}_{\theta\theta}.$$

В равенствах (3) звездочкой «*» помечены амплитудные значения перемещений, напряжений деформаций и порового давления.

Решение задачи. Системы уравнений (3) и тем более (1) весьма громоздки, в силу чего нахождение их точного решения встречает известные трудности. Одним из вариантов их упрощения является широко используемый в теории упругости прием - введение новых функций, которые позволяют “расщепить“ исходную систему и, тем самым, упростить ее [5,6]. Этот прием нашел также применение в теории термоупругости [6,7] и фильтрационной консолидации [2,3].

Для решения системы уравнений (3) нами предлагается ввести в рассмотрение новые функции $\Phi(r,z,\varpi)$ и $F(r,z,\varpi)$, связанные с перемещениями U и W соотношениями

$$\left.\begin{aligned}U^*&=\frac{\partial \Phi^*}{\partial r}-\frac{\partial^2 F^*}{\partial r\partial z};\\ W^*&=\frac{\partial \Phi^*}{\partial z}+\frac{\partial^2 F^*}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial F^*}{\partial r}.\end{aligned}\right\} \tag{4}$$

В этом случае при выполнении равенств

$$\left.\begin{aligned}&(\lambda+2G)\Delta\Phi^*=\frac{1}{\beta}P^*-\rho\cdot\varpi^2\cdot\Phi^*;\\ &G\Delta F^*=-\rho\cdot\varpi^2\cdot F^*,\end{aligned}\right\} \tag{5}$$

уравнения равновесия (первые два уравнения (3)) удовлетворяются тождественно, а уравнение порового давления (третье уравнение (3)) примет вид:

$$\Delta\left[\frac{3c_V P^*}{\beta(3\lambda+2G)}-i\cdot\varpi\cdot\Phi^*\right]=0. \tag{6}$$

Решив первое уравнение (5) и уравнение (6) относительно порового давления Р и далее, относительно функции Ф, найдем общее решение (3) в виде (7):

$$
\left.
\begin{aligned}
&U^* = \frac{\partial \Phi^*}{\partial r} - \frac{\partial^2 F^*}{\partial r \partial z};\\
&W^* = \frac{\partial \Phi^*}{\partial z} + \frac{\partial^2 F^*}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial F^*}{\partial r};\\
&(\lambda + 2G)\Delta \Phi^* = \frac{1}{\beta} P^* - \rho \cdot \varpi^2 \cdot \Phi^*;\\
&G \Delta F^* = -\rho \cdot \varpi^2 \cdot F^*;\\
&\Delta\left[\frac{3c_V P^*}{\beta(3\lambda + 2G)} - i \cdot \varpi \cdot \Phi^*\right] = 0.\\
&\Delta\left[\frac{3c_V(\lambda + 2G)}{3\lambda + 2G}\Delta \Phi^* + \frac{3\rho \cdot c_V}{3\lambda + 2G} \cdot \varpi^2 \cdot \Phi^* - i \cdot \varpi \cdot \Phi^*\right] = 0;\\
&\Delta\left[\frac{3c_V(\lambda + 2G)}{3\lambda + 2G}\Delta P^* + \frac{3\rho \cdot c_V}{3\lambda + 2G} \cdot \varpi^2 \cdot P^* - i \cdot \varpi \cdot P^*\right] = 0;\\
&\sigma^*_{zz} = \left(\lambda \Delta + 2G\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\Phi^* + 2G\left[\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\right)\right]F^* - \frac{1}{\beta}P^*;\\
&\sigma^*_{rr} = \left(\lambda \Delta + 2G\frac{\partial^2}{\partial r^2}\right)\Phi^* - 2G\frac{\partial^3 F^*}{\partial r^2 \partial z} - \frac{1}{\beta}P^*;\\
&\sigma^*_{\theta\theta} = \left(\lambda \Delta + 2G\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\right)\Phi^* - 2G\frac{1}{r}\frac{\partial^2 F^*}{\partial r \partial z} - \frac{1}{\beta}P^*;\\
&\tau^*_{rz} = 2G\frac{\partial^2 \Phi^*}{\partial r \partial z} + G\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{\partial^2 F^*}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial F^*}{\partial r} - \frac{\partial^2 F^*}{\partial z^2}\right).
\end{aligned}
\right\}
$$

При этом общее решение системы уравнений (1) имеет вид

$$
\begin{aligned}
&U = U^* e^{i\varpi t};\\
&W = W^* e^{i\varpi t}\\
&\varepsilon_z = \varepsilon^*_z e^{i\varpi t};\\
&\varepsilon_r = \varepsilon^*_r e^{i\varpi t};\\
&\varepsilon_\theta = \varepsilon^*_\theta e^{i\varpi t}; \qquad (8)\\
&\gamma_{rz} = \gamma^*_{rz} e^{i\varpi t};\\
&\sigma_{zz} = \sigma^*_{zz} e^{i\varpi t};\\
&\sigma_{rr} = \sigma^*_{rr} e^{i\varpi t};\\
&\sigma_{\theta\theta} = \sigma^*_{\theta\theta} e^{i\varpi t};\\
&\tau_{rz} = \tau^*_{rz} e^{i\varpi t}\ )
\end{aligned}
$$

Выводы. Системы уравнений (7) и (8) полностью описывают напряженно-деформированное состояние водонасыщенной весомой упругой среды при изменяющейся по гармоническому закону внешней нагрузке после завершения переходных процессов, и позволяет в рамках указанной модели строить точные общие решения. При этом для получения частных решений к равенствам (7) и (8) следует присоединить начальные и граничные условия [2, 5, 6, 7, 8]. Приведенный алгоритм расчета может найти практическое применение при оценке напряженно-деформированного состояния водонасыщенных оснований, испытывающих динамические нагрузки.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зарецкий Ю.К. Лекции по современной механике грунтов. -Ростов на Дону. - 608 с.
2. Зарецкий Ю.К. Теория консолидации грунтов. - М.: Наука. - 270 с.
3. Шаповал В.Г. Прогноз осадок и кренов фундаментов на пылевато-глинистом основании, находящихся под воздействием статической и циклической нагрузки. Докторская диссертация, рукопись - Дн-ск, 1996.
4. Корн Г. и Корн Т. Справочник по математике. - М.:Наука,1974.-840 с.
5. Тимошенко С.П., Гудьир Дж. Теория упругости.- М: Наука,1975.-576 с.
6. Новацкий В. Теория упругости. - М.: Мир, - 1975. - 872 с.
7. Подстригач Я. С., Ломакин В.А., Коляно Ю.М. Термоупругость тел неоднородной структуры. –М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984- 368 с.
8. Флорин В.А. Основы механики грунтов, т. 2. - Л.-М.: Гостройиздат, 1961. - 543 с.

УДК 624.131.53

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Т.Д. Никифорова, к.т.н., доц., И.И. Куличенко, инж.,*
Н.В. Савицкий, д.т.н., проф.
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
**Днепропетровский городской совет*

Актуальность темы и постановка задач исследования.

Существующие проблемы эффективного использования и сохранения земельного фонда Украины; нового строительства в условиях ограниченных возможностей по расширению территории больших городов; использования